Onderzoeksagenda Biobased Economy

2015 – 2027

‘B4B: biobased voor bedrijven, burgers en beleid’

BBE. Omdat we de aarde in bruikleen van onze kleinkinderen hebben.

Versie: 3.0, final
Datum: 12 Mei 2015

Inhoudsopgave

1 De Synopsis

Deze onderzoeksagenda Biobased Economy 2015 – 2027 beschrijft vier programmalijnen (of roadmaps) voor de ontwikkeling van de BBE in Nederland met een vergezicht naar 2027. Dit voor de topsectoren Agri & Food, Chemie en Energie.

Onder dit plan liggen uitgebreide **analyses** van het Nederlandse en EU speelveld. Het biedt daarmee ook een overzicht van wat er in de regio's gebeurt. Dit staat, inclusief de procesgang van dit plan, in de hoofdstukken **2 tot en met 6**.

> Kernaspecten staan weergegeven in compacte groene kadertjes.

De hoofdstukken **7 tot en met 10** geven de **agenda** weer naar 2027, inclusief de randvoorwaarden, doelen, programmalijnen, en budget in een logische samenhang. Tevens worden de actielijnen (systemen en acceptatie) en de inzet voor de Human Capital Agenda beschreven.

Kernaspecten staan weergegeven in compacte groene kadertjes.

2 De Samenvatting

Nederland gaat stappen maken in de biobased economy. Met een zeer sterke Agri & Food- en Tuinbouwector, Chemie van wereldklasse, en een sterk bewegende Energiesector zijn er grote groeikansen.

> De biobased economy is een economie waarin fossiele koolstofverbindingen zoals aardgas, olie en steenkool zijn vervangen door herbruikbare.

Drie jaar na het vorige integrale innovatiecontract biobased economy 'van biomassa naar business' uit 2012 en voortschrijdende plannen in de topsectoren heeft het TKI-BBE de coördinatie gekregen voor een nieuw innovatiecontract BBE voor de komende 8 tot 12 jaar. Het plan is tot stand gekomen na een verzoek van het Ministerie van EZ en de drie boegbeelden van Energie, Chemie en Agri&Food. Tegelijkertijd hebben de drie kennisinstellingen DLO, ECN en TNO een strategie gemaakt aansluitend op deze onderzoeksagenda. Verder bevat het plan bouwstenen voor de NWO wetenschapsagenda die eind 2015 gereed zal zijn. Het plan is tot stand gekomen na brede consultatie van bedrijven en

> BBE is noodzakelijk. Het huidig gebruik van fossiele grondstoffen leidt wereldwijd tot een klimaatprobleem. Daarnaast zijn de voorraden eindig. Elektriciteit is op te wekken met diverse alternatieve bronnen, naast biomassa ook wind, zonne-energie, waterkracht en geothermie. Hetzelfde geldt voor warmte, ook hier is er naast bio-energie de beschikking over zonne-energie, opnieuw geothermie en omgevingswarmte via warmtepompen. Voor de productie van biobrandstoffen, chemicaliën en kunststoffen is biomassa echter de enige alternatieve bron, en onderdeel van de toekomstige circulaire economie.

kennisinstellingen in de afgelopen maanden en een open consultatie via internet onder 3000 stakeholders. Het was een uitdaging voor het TKI-BBE om keuzes te maken in de huidige lopende programmering en voorgestelde plannen. Daarbij zijn randvoorwaarden geformuleerd waaraan het onderzoek moet voldoen. Een kern daarbij is om als uitgangspunt te nemen dat kennisontwikkeling moet gebeuren op thema's waar het Nederlandse bedrijfsleven kansen ziet om het tot economische waarde te brengen in Nederland hetzij in productie of in pilotinstallaties. Het TKI-BBE gaat hierover graag het gesprek aan.

De balans na 3 jaar 'van biomassa naar business'

Het thema Biobased Economy is meer dan ooit een belangrijk innovatiethema. De Europese Commissie heeft in februari 2012 de "Strategy for a Sustainable Bioeconomy in Europe" uitgebracht in relatie tot de Innovation Union en Resource Efficient Europe. Hiermee is de Biobased economy aangewezen als kansrijk thema om groene groei te realiseren.

De Europese Commissie (EC) geeft aan dat de Europese bioeconomie een omzet vertegenwoordigt van 2000 miljard euro en goed is voor 22 miljoen banen of 9% van de werkgelegenheid in de Unie. Het Joint Technology Initiative Biobased for Industries (JTI BBI), een initiatief van het Europese bedrijfsleven, heeft een budget van 3,8 miljard euro waarvan 1 miljard van de Europese commissie. De 2e call voor 2015 zal deze zomer worden uitgezet. De regio's in Nederland investeren net zoveel in biobased onderzoek en innovatie, 50 miljoen per jaar als de nationale overheid. De regionale inzet wordt versterkt door de openstelling van EFRO en INTERREG dit jaar.

Door de huidige nationale financiering van onderzoek ligt er een nadruk op energiedoelen met name op de projecten gericht op bioenergie. Uit de evaluatie van Technopolis blijkt dat de ambitie van drie jaar geleden gedeeltelijk gerealiseerd is. De biobased economy is dichterbij gekomen, maar minder snel dan verwacht. Met name is de sterke private belangstelling voor onderzoek op biomaterialen en biobased chemicaliën maar in beperktere omvang omgezet in publiek-private samenwerking in onderzoek. Positief is dat er vanuit de Topsector Agri & Food een impuls kan worden gegeven aan bioraffinage projecten met agrarisch restmateriaal en onderzoek van omzetting van reststromen uit suikerbieten. Daarnaast zijn er vanuit de Topsector Energie voor een omvang van 3,6 miljoen projecten toegekend aan het benutten van biomassa uit rioolslib. Het ontbreken van een centrale financiering van onderzoek, kortere looptijden, evidente versnippering van projecten over regio's met verschillende stimuleringsmaatregelen, EU (inclusief regionale middelen), drie verschillende topsectoren, drie tot vier gebiedsdelen binnen NWO en drie instituten voor toegepast onderzoek, heeft ge-

leid tot een weinig overzichtelijk kennisveld, met name voor de groep waar het allemaal voor bedoeld is: de bedrijven. Bovendien zijn de proceskosten nodeloos hoog.
Vanuit het TKI-BBE is een HCA actieplan opgesteld in samenspraak met de topsectoren. Precompetitief samenwerken in de uitwisseling van digitale informatie is daarvan de kern.

Visie TKI-BBE op cascadering
Energie uit biomassa is voor de korte termijn wellicht de enige praktisch haalbare methode om de emissie van broeikasgassen terug te dringen. Maar met de verbranding ervan vernietigen we tegelijkertijd waardevolle groene grondstoffen voor de chemische industrie. Het TKI-BBE zet zich in om op korte termijn te komen tot een efficiëntere inzet van biomassa voor energie en materialen en op de langere termijn voor fundamentele doorbraken in de energie- en chemiesector. De door of via het TKI-BBE gefinancierde onderzoek naar duurzaamheid en maatschappelijke en macro economische aspecten van biomassa steunt deze genuanceerde visie.
Wetenschappers en economen laten zien dat de inzet van biomassa efficiënter kan. Naast energie bevatten biomassastromen ook verbindingen die als grondstof voor materialen kunnen worden ingezet. Door biomassa in fracties te scheiden en zo het 'moleculair kapitaal' te verwaarden, wordt de financiële opbrengst vergroot en wordt tegelijkertijd het gebruik van fossiele grondstoffen in de chemiesector

> Wat zijn de drijfveren voor de BBE? 1) economische noodzaak, 2) politieke visie, 3) consumentenvraag.
> Ad 1: De industriële revolutie ontstond omdat de winbare steenkoollagen op waren en de bossen gekapt (energiecrisis). De stoommachine om kolenmijnen leeg te pompen zodat ook diepere gelegen steenkoollagen gewonnen konden worden. Ad 2: de straalmotor is het gevolg van de behoefte aan steeds snellere gevechtsvliegtuigen aan de vooravond van de tweede wereldoorlog. Dit soort ontwikkelingen wordt vooral door de overheid gefinancierd. Als Kennedy in 1960 had gezegd: we gaan naar de maan en het bedrijfsleven moet betalen, hadden we daar nooit gestaan. Ad 3: de smartphone, maakt het leven gemakkelijker en de communicatie een stuk sneller.
> Voor BBE geldt: er lijkt weinig sprake te zijn van een economische noodzaak. Fossiel is goedkoop. De uitstootrechten voor CO2 zijn vooralsnog goedkoop. Echter: in toenemende mate is de industrie naar reputatiemechanismen aan het kijken. BBE als Licence to produce komt eraan.
> Bovendien: het klimaat hoort voor iedereen de noodzaak van een BBE te onderbouwen.
> De politieke visie is er wel, maar hier ligt een budget issue. Exploitatiesubsidie (SDE+) is duur en tijdelijk. Wat mogelijk wel kan veranderen is wetgeving: biobased materialen verplicht gaan stellen.
> Inspelen op de consumentvraag is wel een drijfveer. Biologisch voedsel is duurder dan regulier voedsel, toch is er een markt voor omdat een bepaalde groep consumenten bewuster met voeding wil omgaan of het gewoon lekkerder vindt. Voor biobased materialen geldt iets soortgelijks. Duurzame verpakkingen of grondstoffen kunnen een product onderscheidend maken. Voor energie geldt dat niet: we zijn gewend dat groene stroom even duur is als grijze.

teruggedrongen. TKI-BBE stimuleert de ontwikkeling van deze bio-cascadering.
In de natuur wordt via fotosynthese zonne-energie omgezet in biomassa. Deze omzetting heeft een lage efficiëntie (ongeveer 1%). TKI-BBE ziet interessante mogelijkheden om deze efficiëntie te verhogen. Met behulp van Nederlandse expertise op het gebied van katalyse, biomaterialen, 'biomolecular design' en analysetechnieken is het mogelijk om efficiënter zonne-energie om te zetten in materialen. Ook komt, op langere termijn, de productie van 'solar fuels' met foto-electrochemische technologieën in zicht. Met deze technische mogelijkheden is op lange termijn de tussenstap via biomassa overbodig en kan CO2 rechtstreeks worden omgezet in chemische bouwstenen.

Programmalijnen voor energie, chemie en agro

De onderzoeksagenda wordt via bestaande programmalijnen van het TKI-BBE opgezet. Deze programmalijnen hebben draagvlak bij de drie topsectoren. Het gaat, na een raffinagestap (waarbij mogelijk al direct een product beschikbaar is), om i) thermische conversie van biomassa, ii) chemisch katalytische conversietechnologie, iii) biotechnologische conversietechnologie en iv) solar capturing (&biomassa productie). Daarnaast zijn er de 'actielijnen', namelijk de oude programmalijn 'Economie, beleid en duurzaamheid' uit het IC 2012-2016, en 'Innoveren van kennisoverdracht'. Voor deze programmalijnen en actielijnen is t.b.v. de onderzoeksagenda een verdere onderverdeling gemaakt in hoofdonderwerpen en (sub)onderwerpen. Dit gaat zowel om technologieën, diverse biomassa grondstoffen als toepassingen. Deze onderwerpen zijn ingedeeld in TRL fasen 1-9 (zie hoffdstuk 4.5 en 9). Per onderwerp zijn onderzoeksvragen opgesteld die uitgewerkt kunnen worden, verdeeld over drie TRL-categorieën: fundamenteel (1-3), toegepast (4-6), en valorisatie (8 en 9). Hierbinnen wordt een verdere prioritering aangebracht.
Bezien per programmalijn, bevindt solar capturing zich relatief meer in de fase van fundamenteel onderzoek, terwijl voor andere lijnen het zwaartepunt zich meer in de fasen 'toegepast' en 'valorisatie' bevindt. Voor vooruitgang op de lange termijn, is in deze onderzoeksagenda een combinatie nodig van zowel fundamenteel en toegepast onderzoek als valorisatie. Op alle fronten is technologie verbetering nodig. De onderwerpen die zich in de laatste TRL-fasen bevinden, zijn vlakbij marktintroductie of al in de markt. Dit zijn voorbeelden waar Nederland ver in is, en vormen het laaghangend fruit voor de biobased economy.
Voor Nederland liggen er in het algemeen veel kansen in de keten.
Ook is een focus op hoogwaardige productie passend (bijv. solar capturing) en hoogwaardige toepassing via bioraffinage.

Een meerjarige financiering

In het vorige innovatiecontract werd gesignaleerd dat de oude programma's vanaf 2014 zullen aflopen en de private belangstelling voor biobased een versterking van het thema rechtvaardigt. Een min of meer stabiele basis vormt de financiering van de TO2 instellingen met bijna 12 miljoen per jaar en NWO met 3 miljoen per jaar. Het budget vanuit de Topsector energie van 10 tot 12 miljoen per jaar is een stabiele, zij het komende jaren dalende, factor voor bioenergieprojecten.

Tabel 1 Budgetdynamiek voor BBE. Bedragen in M€.

Programma	Fase	Totaal Budget Publiek	Eindjaar	2012 Uitgaven	2014 Uitgaven	2016 Verwachte uitgaven
Oud						
BE-basic	IO	€ 60	2019	7,6	6,6	7
BioSolar Cells	FO	€ 25	2016	4,1	4,4	0,7
Biobased Performance Materials	IO	€ 8	2014	1,7	1,1	0
Catchbio	TO	€ 16,5	2016	4,1	4,4	0,7
Carbohydrate Competence Centre	TO	€ 15	2014	3,0	2,3	0
TOTAAL OUD				***20,5***	***18.3***	***8,4***
Nieuw topsectoren						
Algemeen						
NWO	FO		Per jaar	3,3	3,3	3,3
TKI toeslag	TO	€ 4,3 (2013-14)	Per jaar		0,2	0,2
TS Energie						
EZ innovatie / SDE+	TO	€ 54,5 (2012-14)	Per jaar	11,1	11,1	11,1
ECN	TO		Per jaar[1]	4,8	4,8	4,8
TS Chemie						
TNO	TO		Per jaar	1,9	1,9	1,9
BPM-2	TO	€ 3	2019		0,2	0,7
TS Agrifood						
DLO	TO		Per jaar[1]	4,1	4,1	4,1
Grand design	TO	€ 2	2016			1
TOTAAL NIEUW				***25,2***	***25,6***	***27,1***

De financiering van onderzoek voor de komende jaren is in het rapport op verschillende manieren benaderd.

[1] Bedrag inclusief beleiddstudies is 5,3 per jaar voor ECN en 4,7 per jaar voor DLO

- Allereerst is er de sterke teruggang in nationaal gefinancierd onderzoek van 2014 naar 2016 met 8,4 miljoen per jaar door aflopen van bestaande PPS-en. In 2019 gaat het om een teruggang van ongeveer 18 miljoen per jaar door het eindigen van de FES programma's.
- Het privaat commitment dat bedrijven op basis van de concept onderzoeksagenda hebben afgegeven bedraagt (na reality check) voor nieuwe initiatieven 25 miljoen per jaar.
- Er zijn verschillende nieuwe grotere consortia gericht op biomaterialen, biobrandstoffen, biosolar inclusief algen waarvoor huidig budget niet passend of toereikend is.
- Bij een gewenste opschaling van biobased productie is een totale investering nodig in R&I van 485 M€ over de periode 2016-2023, waarvan 263 publiek en 221 privaat (hoofdstuk 10.1). Daarnaast is een budget van 1 miljoen per jaar wenselijk voor de actielijnen. Het publieke deel komt daarmee op 33,9 miljoen per jaar.

De som is na deze analyse eenvoudig: Tabel 1 laat zien dat er in 2016 27 miljoen per jaar is, en er is 34 miljoen per jaar nodig om de doelstellingen te realiseren. De private belangstelling voor bioraffinage, biomaterialen, biochemicaliën en bioenergie zou op korte termijn dus een versterking van het publieke budget nodig maken van 7 miljoen per jaar met nieuwe additionele middelen. Dit bedrag loopt op tot 15 miljoen euro per jaar vanaf 2019 door aflopende budgetten voor Innovatiemiddelen en TO2.

Met de open consultatie tot 4 april 2015 is tevens een oproep gedaan voor Letters of Intent. Inmiddels is vanuit de ondernemers een committment afgegeven van 407 miljoen euro. Na een reality check is dat nog altijd 278 miljoen euro. Elke publieke euro kan dus worden gecofinancierd door private partijen.

Aan publieke middelen is 7 oplopend naar 15 miljoen per jaar extra nodig. Private co-financiering is geen probleem (LOI's).

Aanbevelingen en actiepunten

- Versterking van het thema solar capturing door het extra investeren in fundamenteel onderzoek. Een schrijfgroep is geïnstalleerd om het thema uit te werken. Het gaat hier om de directe omzetting van zonlicht in chemische bouwstenen of waterstof. Op dit moment is er 3 M€ vanuit NWO als start beschikbaar voor een eerste call.
- Het versterken van toegepast onderzoek en valorisatie van biomaterialen en de chemische bouwstenen is nodig in samenwerking met gehele keten. Marktverkenning geeft aan dat hier commerciële kansen voor Nederland liggen en met name de vraag naar duurzame consumentenproducten en verpakkingen. Belangrijke merken zoals IKEA, CocaCola en Danone zetten hier op in en nemen de verpakkingsindustrie hier in mee. Hier lig-

gen kansen in de samenwerking tussen de topsectoren Agri&Food en Chemie op het thema biomaterialen en dat vraagt om duidelijk gezamenlijk commitment.

- Uit een regio-analyse blijkt dat er door Nederland verspreid een keur aan kenniscentra is voor biobased chemicaliën en materialen. Hierin wordt ondersteuning geboden met toegepaste kennis en informatie aan bedrijven en overheid op het gebied van certificering, duurzaamheid, recycling en gebruiksmogelijkheden. Tevens zal BBE een integraal onderdeel moeten zijn van het Steunpunt MKB binnen de topsectoren Chemie en Energie.
- Er moeten gewerkt worden aan heldere waardeproposities naar de consument, via een project dat inzicht verschaft in consumentenwensen en –waardering.
- Vanuit de visie Brandstoffenmix van het ministerie van I&M blijkt dat naar verwachting wordt ingezet op biobrandstoffen voor lucht- en scheepvaart. Dit zal nader worden uitgewerkt. Vanuit het Ministerie van I&M wordt tevens innovatie voor de beleidslijnen van afval naar grondstof (VANG) over het benutten van biomassa afvalstromen en het ontwikkelen van biobased alternatieven voor REACH stoffen belangrijk gevonden.
- Onderwijs en scholing zijn momenteel nog niet toegesneden op de specifieke situatie in de biobased economy. De mogelijkheden voor innovatief onderwijs via ICT en samenwerking tussen instellingen moeten versterkt worden.
- In Europees verband ontstaan de komende jaren sterkere mogelijkheden voor financiering van PPS-programma's vooral ook voor de BBE. Een belangrijke voorwaarde zal voldoende nationale matching zijn.
- Een aanzienlijk deel van de partners in dit innovatiecontract bestaat uit MKB. Er is behoefte bij het MKB in de BBE aan een programma voor businessontwikkeling en bedrijfsgericht toegepast onderzoek. De regionale overheden zijn hier ook in geïnteresseerd. De samenwerking met de regio's en tussen de regio's onderling kan worden versterkt, waarmee wordt beoogd om samen met kennisaanbieders en de regio's een gezamenlijke MKB valorisatiestrategie te ontwikkelen.
- Er is veel winst te halen door een sterkere coördinatie, agendering en informatieuitwisseling tussen topsectoren, regio's, TO2 en Europese fondsen. Voorkomen moet worden dat innovatieve bedrijven door de bomen het bos niet zien of dat het wiel ergens opnieuw wordt uitgevonden. Hier ligt een taak voor het onafhankelijke TKI-BBE met een programmatisch samenwerkend TO2 en NWO. Een sterkere samenwerking van ECN,DLO en TNO door de publieke financiering in een gezamenlijk programma onder te brengen kan een stevige basis vormen.
- De governance is te complex. Voorstel is de drie boegbeelden uit te nodigen voor de Raad van Toezicht (zoals nu reeds functio-

neert met de topsector Chemie), en de Themacommisie 1 van Agri & Food te integreren met de programmaraad van TKI-BBE tot één nieuwe programmaraad.
- Versterk het publieke budget m.i.v. 2016 met 7 miljoen per jaar met nieuwe additionele middelen. Dit bedrag loopt op tot 15 miljoen euro per jaar vanaf 2019.

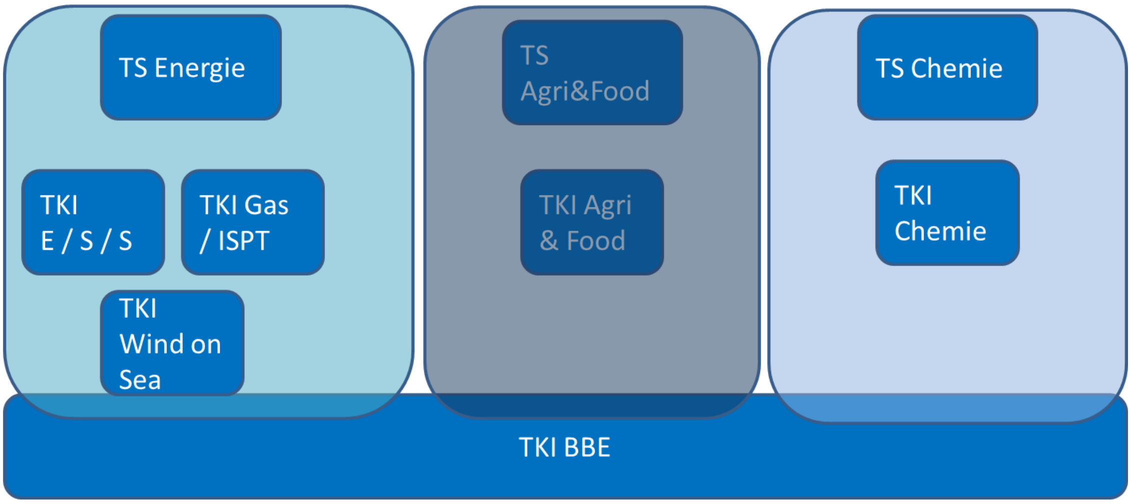
Al met al is de inzet voor de 8-12 jaars termijn: groene verpakkingsmaterialen, kunststoffen en producten zoals lakken en coatings. Producten in de schappen die consumenten kunnen verleiden om een hogere prijs te betalen in ruil voor duurzaamheid. De markt pakt dit langzaam maar zeker op. Blijkt ook uit de huidige portfolio. En dit is tevens Energie: 20% van ons energieverbruik wordt opgeslagen in materialen. Daarnaast is er de noodzaak voor biobrandstoffen. Tevens uitrol van bio-energie. Voor auto's is elektriciteit een alternatief, voor vliegverkeer en scheepvaart niet. Grote fabrieken mogelijk niet in NL, maar de technologie kan wel hier ontwikkeld en vermarkt worden.

3 De Motivatie

3.1 De opdracht

In juni 2014 verstrekte DG Bertholt Leeftink van het ministerie van Economische zaken de volgende opdracht aan het TKI-BBE: "Maak een ambitieus en meerjarig publiek-privaat programma biobased economy. Met een dergelijk programma zijn wij op nationaal en internationaal niveau een goede gesprekspartner en kunnen we massa gaan maken op het terrein van de biobased economy. Ik verzoek u dan ook een gezamenlijk meerjarig publiek–privaat programma voor de komende 8 tot 12 jaar in te richten samen met bedrijfsleven, de kennisinstellingen (DLO, ECN, TNO), en NWO. Wij zullen er op toezien dat de meest betrokken Topsectoren Agri & Food, Chemie, en Energie hier goed bij betrokken worden, zodat cross overs optimaal benut kunnen worden."
In de **uitwerking** van deze opdracht zullen de volgende vragen worden beantwoord:
- Wat is het nieuwe punt op de horizon voor 2030 (TRL 1-3)?
- Welke kansrijke BBE innovaties worden de komende 5 jaar (2020, TRL 4-6) opgeschaald in Nederland en zorgen voor een economische spin-off voor Nederland en het BBE kenniscluster?
- Welke snelle introducties liggen in het verschiet (TRL 7-9) ?

Binnen de nieuwe setting beschouwt het TKI-BBE zichzelf als dwarsdoorsnijdend TKI (evenals ICT). Daarmee heeft het de facto vier opdrachtgevers, namelijk de boegbeelden van de topsectoren Agri&Food, Chemie, en Energie; plus de DG B&I van EZ. Uitvoering van het plan zal plaatsvinden door de TKI-BBE directie met ondersteuning van RVO, EZ (de directies BBE, E&D, DIK, DAK en TOP), en NWO (ALW, CW, GW, Energie).



Figuur 1 TKI-BBE in relatie tot de 3 topsectoren.

En er was al heel veel. Bij het schrijven van dit plan is dankbaar gebruik gemaakt van de volgende stukken[2]:

- Groene Groei – van biomassa naar business,
- Update Innovatiecontract BBE,
- Energie-akkoord,
- Visie duurzame Brandstoffenmix,
- Strategie voor een groene samenleving van de WTC-BBE.

Geen nieuwe plannen voor de oude op zijn.

De Biobased Economy is kansrijk in Nederland: Private partijen worden steeds enthousiaster, de kennis- en logistieke infrastuctuur is goed, en het ritselt van het ondernemerschap. Er is een sterke drive gaande vanuit de FMCG wereld (vooral Food) naar de B2B bedrijven (vooral Chemie) om met biobased materialen te komen (met name op verpakkingsgebied). Bouwondernemingen beginnen meer te neigen naar duurzame materialen.

3.2 De review

Reviews worden onverkort weergegeven.

Er zijn twee reviews gemaakt voor TKI-BBE. Eén vanuit de topsector Energie, en een vanuit de volle breedte. Beiden worden onverkort weergegeven.

Vanuit topsector Energie [3]

In de basis heeft het TKI-BBE een goed beeld van de technische knelpunten die spelen en pakt die ook gericht aan. Niettemin lijken de in het verleden gemaakte inschattingen van de werkgelegenheid en de toegevoegde waarde zeer hoog. Vooral de inschatting van de toegevoegde waarde is problematisch als men ervan uitgaat dat die toegevoegde waarde in Nederland gerealiseerd moet worden.

---

[2] Voor een compleet bronnenoverzicht zie bijlage 11.11

[3] Integraal overgenomen uit de mid-term review door CE Delft

In het Dashboard TKI-BBE werd voor de programmalijnen “Thermische conversie van biomassa” en “Chemische katalytische conversie technologie” voor 2020 respectievelijk €2 miljard en €4 miljard geclaimd en voor 2023 respectievelijk €4 miljard en €8 miljard.
Tussentijds is dit al een keer aangepast en in beide gevallen een toevoegde waarde van €6 miljard geclaimd voor circa 2030. Dit terwijl de toegevoegde waarde van de gehele Nederlandse chemie sector tot 2011 nooit meer dan €11 miljard bedroeg. Zelfs een toegevoegde waarde van 2 miljard voor de hele TKI in 2030 zou de ambities die door de VNCI zijn geformuleerd zeer optimistisch interpreteren. Enige bijsturing is gewenst. Op korte termijn dienen de MEV II berekeningen hierin meer duidelijkheid te verschaffen.
Daarnaast dient er met betrekking tot programmalijn 1 bezien te worden of de toegevoegde waarde gebaseerd op de inzet van biomassa ten behoeve van de CO2 emissiereductiedoelstellingen in de praktijk ook daadwerkelijk gerealiseerd gaan worden. Ook mede in het licht bezien van de niet soepel verlopende duurzaamheidsdiscussies in het kader van de uitwerking van het Energie-akkoord.
Verder zijn we (CE Delft) bij de beschrijving van de doelstellingen voorbij gegaan aan het feit dat naast technologische overwegingen ook strategische en economische overwegingen een rol spelen bij het al dan niet toegepast krijgen van de betreffende technologie in het algemeen en in Nederland in het bijzonder.
De ontwikkeling van andere biobased processen zoals bijvoorbeeld de productie van bioethanol uit mais stro zoals ontwikkeld door DSM laat zien dat de technische ontwikkeling in Nederland er niet voor zorgt dat de technologie ook in Nederland toegepast wordt. Om tot toepassing te komen is DSM een samenwerking aangegaan met het Amerikaanse POET, om het in de VS grootschalig toe te passen, niet in Nederland.
Daarbij komt dat het bestaande beleid voor hernieuwbare brandstoffen, een belangrijke voorwaarde voor de vraag naar biobased brandstoffen, op dit moment sterk onder vuur ligt en het de vraag is of er na 2020 nog sprake is van een bijmengverplichting voor brandstoffen.
De Best case is dat er wel degelijk een start gemaakt kan worden met de verduurzaming van de Nederlandse industrie. Als er nieuwe fabrieken gestart worden als gevolg daarvan is het mogelijk dat daarbij 200-600 FTE gerealiseerd worden.
Op zich zou de transitie naar biobased een nieuw elan en nieuw perspectief voor de Nederlandse chemische sector kunnen brengen, maar dan is het wel heel belangrijk dat goed nagedacht wordt wat er voor nodig is om de ontwikkelde technologie in Nederland gerealiseerd te krijgen en in hoeverre ervoor gezorgd kan worden dat dat gebeurt en wat de toegevoegde waarde voor Nederland is bij realisatie elders. Want dat is bij de ontwikkelingstrajecten van deze TKI een realistische optie.

Vanuit de Biobased Economy

Marktontwikkelingen in Nederland: Door RVO is in samenwerking met CE de monitoring van de biobased economy uitgevoerd. Dit gebeurt aan de hand van het Protocol Monitoring Biobased Economy (zie bijlage 11.7 voor de definities). De rapportage over 2013 is in juni 2014 naar de Tweede Kamer gestuurd. Hieronder volgt de rapportage over 2014.

De Rijksoverheid ondersteunt investeringen in vroege markten via de EIA en MIA regelingen. De afgelopen jaren is er tussen de 30 en 120 M€ (voor 2013: 120 M€) door het bedrijfsleven geïnvesteerd in biobased projecten. Deze investeringen zijn echter vooral nog bio-energie gerelateerd (EIA) en hebben nog nauwelijks betrekking op biomaterialen, hoewel in 2013 een forse verhoging te zien is ten gevolge van mestverwaardingsprojecten binnen de MIA.

Om de stap van innovatie naar markt te versnellen zijn door de overheid Green Deals met marktpartijen gesloten, waarvan 64 te maken hebben met de BBE. Hiervan hebben er 42 een link met bio-energie en 24 met biobased materialen. Binnen deze deals ligt de nadruk op acties gericht op innovatieve bedrijvigheid, ontwikkelen van businesscases en wegnemen van belemmeringen of verbeteren van regelgeving. Als trend is te constateren dat veel bedrijven geïnteresseerd zijn om deze markt verder te ontwikkelen, maar dat investeringen nog slechts zeer voorzichtig gedaan worden.

Economische waarde en werkgelegenheid van Biobased Economy: In 2013 is de toegevoegde waarde van de biobased economy[4] bepaald. Het afgelopen jaar is in aanvulling daarop de waarde en werkgelegenheid in de aanpalende activiteiten vastgesteld.

Het blijkt dat de omvang van de directe biobased economie in Nederland in 2013 ongeveer € 1,7 miljard aan toegevoegde waarde omvat. Dit betreft de maaksector (materialen), de chemiesector en de energiesector. Tevens zijn de aanpalende activiteiten bepaald (onderzoek, onderwijs, reclame, en het maken van eindproducten etc) en deze blijken 2.6 miljard € te bedragen, zodat de totale toegevoegde waarde 4.3 Miljard € bedraagt.

Deze biobased sectoren zijn in 2013 goed voor 13.000 directe arbeidsplaatsen (fte) met daarbovenop nog 31.000 fte aan indirecte arbeidsplaatsen zodat er totaal 44.000 mensen werkzaam zijn in de Biobased Economy. Het blijkt dat de sectoren landbouw, grondstoffen, papier en materialen veruit de belangrijkste bijdrage leveren aan de BBE, gevolgd door de chemiesector (€ 570 mln.) en de energiesector (€ 70 mln.). De productie van biobrandstoffen in Nederland (€ 100 mln. aan toegevoegde waarde in 2011) is opgenomen als economische productie van de sector chemie. Ter vergelij-

[4] Rapport "Economische radar biobased economy sector, materialen en chemicaliën", CE Delft, december 2013

king laat de radar duurzame energie zien dat de duurzame energiesector een toegevoegde waarde van 1,3 miljard € heeft[5] .
Indien het verloop van de omvang van de economische waarde over de afgelopen jaren wordt beschouwd, laat de analyse zien dat daar waar die afneemt in de papier en karton sector over de afgelopen 10 jaar, dit momenteel door de chemische sector gecompenseerd wordt, zodat er sprake is van een gestage groei met de belofte dat deze groei in de toekomst door zal zetten.

[5] http://www.cbs.nl/NR/rdonlyres/4B1C4BCB-CE97-482B-A8EB-7B9EA402E3B4/0/2011economischeradarduurzameenergiesector.pdf

4 Het Startpunt

Er gebeurt binnen het vigerende topsectorenbeleid al veel op BBE. Een overzicht van de inzet binnen Agri & Food, Chemie en Energie staat in bijlage 2, 3 en 4.

4.1 De Prelude

De ambitie om Nederland en Europa een leidende rol op wereldschaal te laten spelen in het realiseren van een duurzame samenleving moet overeind blijven. Dit plan beoogt een strategie en tactiek te formuleren. In deze paragraaf wordt het effect van schommelende energiemarkten zoals schaliegas en dalende olieprijzen en andere turbulenties op de biobased strategie beschreven.

Over schaliegas: het sluit de "terug naar C1-moleculen" strategie voor zowel Chemie als Energie uit. Bio-ethanol zal de competitie met schaliegas verliezen als het om de productie van C1 en C2 alcoholen gaat, maar schaliegas is geen grondstof voor de productie van alcoholen met een koolstofskelet groter dan C4 en voor aromaten, voor dergelijke stoffen blijft biomassa (suiker en/of lignocellulose) een potentieel aantrekkelijke grondstof. Daarnaast zijn nieuwe biomaterialen interessant en voor chemische syntheses die energetisch gezien zeer inefficiënt zijn verdient zoeken naar biobased alternatieven aanbeveling.

> Voor Chemie mikken op C4 of hoger.

De dalende olieprijs is op de korte termijn ongunstig voor de concurrentiepositie van biobased alternatieven. De olieprijzen vertonen echter, ondanks de recente fluctuaties, op de lange termijn een stijgende tendens (IEA). Zowel deze flinke fluctuaties als de stijging op de lange termijn maakt alternatieve grondstoffen interessant. Verwacht wordt dat biobased chemicaliën en biobrandstoffen in 2030 concurrerend zijn door stijgende fossiele en technologieontwikkeling (JRC, 2014). Door te kiezen voor biobased grondstoffen wordt men minder afhankelijk van olie. Energie uit biomassa speelt in elk toekomstscenario (mn IEA) een stevige rol maar kan nooit volledig de enorme vraag naar energie dekken. Gezien het voorgaande verdienen naast de gerichtheid van Nederland op de 2020 doelstellingen daarom ook projecten gericht op meer fundamentele oplossingen de aandacht. Het gaat daarbij om directe conversie van zonne-energie naar elektriciteit, het opslaan van zonne-energie in zogeheten solarfuels (voor mobiliteit, platformchemicaliën / waterstof en back up voor fluctuaties in conversie van zonne-energie en wind naar elektriciteit), om het 'vergroenen' van de chemie en om regionale verwerking van agrarische (rest)stromen.

> Olie: wat snel naar beneden kan kan ook snel omhoog.

In een recente studie van het Nova instituut uit Duitsland wordt wereldwijd een groei in biopolymeren verwacht van een factor 3,5 tot

2020. De productie van de basisgrondstoffen zoals bio-PET, bio-PE/PP, PLA en PHA zal wereldwijd plaatsvinden. Voor de verwerking van deze grondstoffen tot biokunststoffen heeft Nederland een uitstekende positie met bedrijven zoals bijvoorbeeld Corbion, DSM, Synbra, Avantium, Rodenburg en de kennisinstellingen. Bij verschillende groepen gebruikers van biokunststoffen neemt de belangstelling fors toe zoals bij de verpakkingen in de voedingsindustrie, textiel en tapijt, en de bouwsector. Mogelijk is hier behoefte aan een 'micro-economische' verkenning: om het MKB zijn dynamische rol te laten vervullen is een inzicht in de opbouw van Unique Selling Propositions of Waardeproposities naar de consument essentieel.

> Ontwikkelen van waardeproposities voor de consument is essentieel.

Wereldleiderschap op het gebied van duurzame ontwikkeling claimen schept verplichtingen om creatief te denken over de kansen van de verschillende Nederlandse regio's en dat denken vervolgens ook in (politieke en bestuurlijke) daden om te zetten. Als Nederland een leidende rol wil spelen in de transitie naar een duurzame samenleving dan moet die niet uitsluitend gezocht worden op het gebied van energie uit biomassa. Het sluiten van kringlopen op regionale schaal, nieuwe vormen van netwerksamenwerking en innovatie gebaseerd op de menselijke maat en vertrouwen en met een belangrijke rol voor het MKB zijn cruciaal.

4.2 Het Proces

Bij de start van het traject van het opstellen van de onderzoeksagenda is een brede vertegenwoordiging van organisaties in het werkveld betrokken. De kick-off bijeenkomst is georganiseerd met de direct bij het TKI betrokken toegepaste onderzoeksinstituten, NWO en bedrijven. Verder is tijdens enkele andere bijeenkomsten gecommuniceerd over de onderzoeksagenda, en is informatie uitgewisseld en gediscussieerd met de aanwezigen. Het gaat om de volgende bijeenkomsten:

- Kick-off bijeenkomst in Utrecht (7 september)
- Een workshop tijdens de Werkconferentie Topsector Energie in Maarssen (16 oktober)
- Een workshop tijdens de Netwerkdag Biobased Economy in Assen (20 oktober)
- Een onderdeel tijdens het TKI-BBE beraad in Den Bosch (29 oktober)

Ook is het belangrijk dat de topsectoren Agri&Food, Chemie en Energie betrokken zijn bij het opstellen van de onderzoeksagenda. O.a. tijdens het boegbeeldenoverleg van de drie topsectoren in september en februari zijn de planning en voortgang besproken.

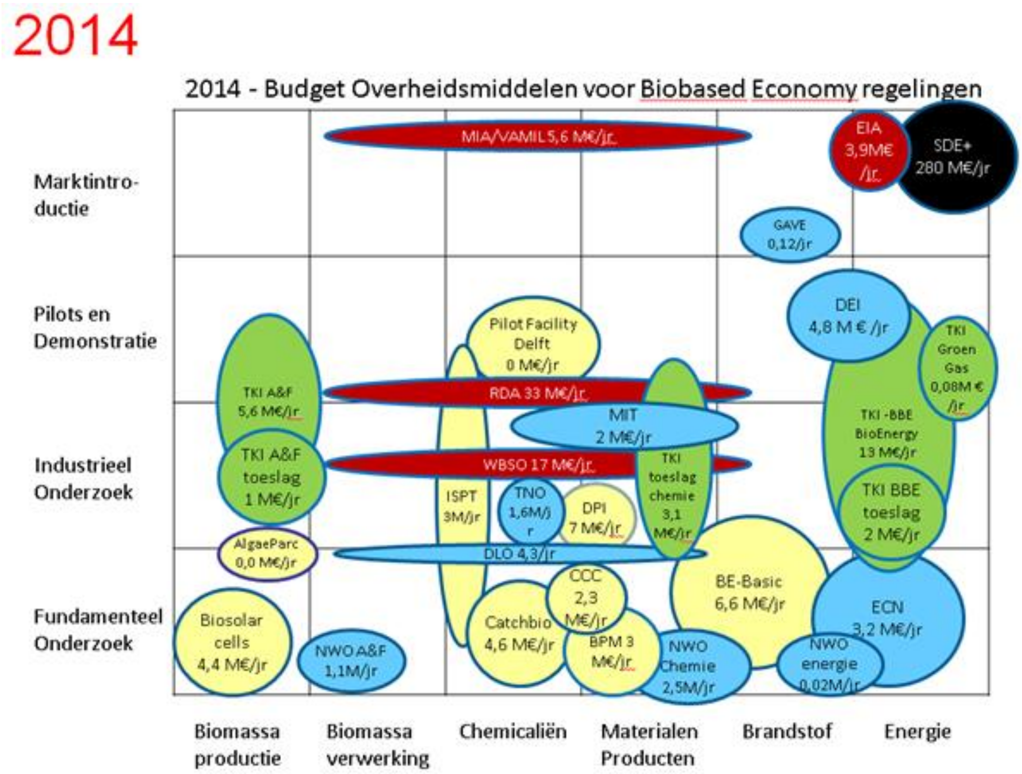
> Vier bijeenkomsten met het veld, plus een online consultatie.

Daarnaast is in februari een conceptversie van de onderzoeksagenda opgestuurd ter commentaar aan een aantal organisaties en is er een openbare online consultatie gehouden onder 3000 in het netwerk betrokkenen. Dit commentaar is in deze eindversie meegenomen. De gepresenteerde informatie en discussie en input van het publiek tijdens de vier genoemde bijeenkomsten worden in bijlage 1 beschreven.

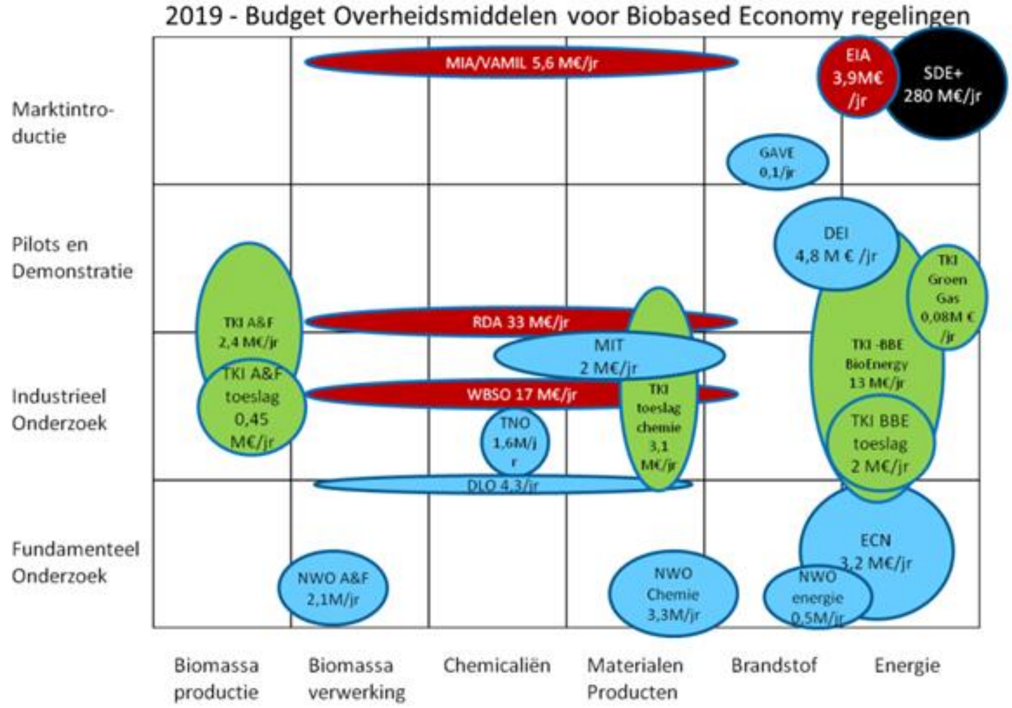
4.3 Het huidig onderzoeksvolume

Inventarisatie Biobased Regelingen vanuit de Overheid

In 2007 presenteerde de toenmalige minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit de Overheidsvisie op de Biobased Economy aan de Tweede Kamer. In april 2012 verscheen het Innovatiecontract 'Groene Groei, van biomassa naar business'. Figuur 2A (eerste grafiek) laat zien welke overheidsmiddelen er op dat moment beschikbaar waren voor de verdere ontwikkeling van de Biobased Economy. Deze regelingen bestrijken de gehele cascaderingsketen van aanvoer van biomassa tot en met de productie van energie. Daarnaast wordt er getoond welke innovatiefase er gestimuleerd wordt vanuit de regeling. Onderstaande figuur geeft een overzicht van bestaande acties op het gebied van Biobased, en het verloop ervan in de tijd, weer.



2019



Figuur 2 Publieke inzet voor BBE in de tijd (bedragen zijn per jaar). In bijlage 11.8 is per twee jaar een gedetailleerder overzicht te vinden.

Momenteel wordt er binnen het topsectorenbeleid vorm gegeven aan de kansen die de Biobased Economy biedt aan de Nederlandse economie. In Figuur 2 wordt een overzicht getoond van de huidige overheidsmiddelen (2014) die de Nederlandse overheid beschikbaar stelt ten behoeve van de Biobased Economy[6]. In relatie tot 2012 is in 2014 het aantal regelingen verminderd, vooral aan de kant van de biomassaproductie. Door verandering in beleid zijn bepaalde regelingen en programma's verdwenen, maar onder het topsectorenbeleid zijn soortgelijke regelingen teruggekomen.
De vooruitblik naar de komende jaren (Figuur 2) toont dat specifieke regelingen en programma's eindigen, terwijl de institutionele regelingen blijven bestaan. Het blijkt dat voor de onderste regionen van de cascadering, brandstof en energie, relatief meer regelingen beschikbaar zijn dan voor de top van de cascadering. Dit alles vanzelfsprekend bezien vanuit de huidige beschikbare informatie. In bijlage 11.8 zijn de grafieken vergroot terug te vinden voor de jaren 2012, 2014, 2016, 2018 en 2019. In 2019 stopt ook de publieke geldstroom naar de Pilot Facility in Delft en BE-Basic. Om het innovatieproces op gang te houden zodat er ook op de middellange en lange termijn innovaties de markt op komen is het van belang dat er op al deze niveaus gestimuleerd wordt en richting wordt gege-

[6] Deze inventarisatie is opgesteld op basis van de gegevens vanuit de overheid. De inventarisatie is getoetst bij het bedrijfsleven, de kennis- en onderzoeksinstellingen.

ven. De voorlopige situatie van 2018 laat zien dat de ondersteuning voor marktintroductie, pilots en demo's, fundamenteel en industrieel onderzoek niet in verhouding zijn. Verder vallen de meeste programma's weg op het gebied van Agri & Food en Chemie. Dit is niet wenselijk, aangezien de Biobased Economy uitgaat van het cascaderingsprincipe waarbij alle drie de sectoren verbonden dienen te zijn.
Een volledige evaluatie van de effectiviteit van de inzet in Figuur 2 zou nuttig zijn, maar voert voor dit rapport te ver. Wel is duidelijk dat de publieke inzet niet alleen fors daalt in de toekomst, maar ook een onbalans in onderzoeksgebied impliceert, zoals ook blijkt uit onderstaande Tabel 2.

Tabel 2 Een overzicht van alle regelingen en programma's die de Biobased Economy stimuleren en die in 2014 nog lopen. In deze tabel is de totale overheidsbijdrage en looptijd per programma/regeling terug te vinden. Voor figuur 2, wat een overzicht biedt van de lopende programma's, is steeds uitgegaan van het jaar 2013 of 2014. Als er ook al budget bekend is voor 2016 dan is dit opgenomen in deze tabel. * Budget wordt per jaar bepaald, **Afhankelijk van de kasuitputting, * TKI toeslag gaat om toekenning**

Programma	Innovatiefase	Overheidsbijdrage totaal beschikt (Miljoen euro)	Looptijd (start)	2014 (beschikbaar) budget	2016 (beschikbaar) budget
BE-basic	industrieel onderzoek	€ 59,9	10 jaar (2010)	€ 6,6 (€ 25 beschikbaar)	7
Catchbio	industrieel onderzoek	€ 16,5	10 jaar (2007)	€ 4,6 nog beschikbaar	**
Biobased Performance Materials	industrieel onderzoek	€ 8 + € 3 transitiemiddelen	6 jaar (2009)	€ 3	**
BioSolar Cells, Biofuels and Biomass	Fundamenteel onderzoek	€ 25	7 jaar (2010)	€ 4,4	€ 0,7
Carbohydrate Competence Centre (CCC)	Industrieel onderzoek	€ 15	5 jaar (2009)	€ 2,3	0
Algae Parc	Industrieel onderzoek	€ 2,3	5 jaar (2010)	€ 0	0
Pilot Facilty Delft	Industrieel onderzoek	€ 30	10 jaar (2010)	€ 0	0
ISPT	Industrieel onderzoek	€ 40,2	9 jaar (2007)	€ 3	*
Dutch Polymer Institute (DPI)	Industrieel onderzoek	€ 7	9 jaar (2008)	€ 7	0
Programma	**Innovatiefase**	**Overheidsbijdrage totaal beschikt (Miljoen euro)**	**Looptijd (start)**	**2014 (beschikbaar) budget**	**2016 (beschikbaar) budget**
TKI-BBE	Industrieel onderzoek	*	Per jaar	€ 10,3	*
TKI toeslag	Industrieel	***	Per	€ 2	***

BBE	onderzoek		jaar		
MIT BBE	Industrieel onderzoek	€ 2	Per jaar	€ 2	*
TS Agrifood					
DLO	Industrieel onderzoek	€ 4,3	Per jaar	€ 4,3	*
TKI Agrifood	Industrieel onderzoek	*		€ 5,6	€ 2,4
TKI toeslag Agrifood	Industrieel onderzoek	***	Per jaar	€ 0.15	***
NWO Agrifood	Fundamenteel onderzoek	€ 4,3	Per 4 jaar	€ 1,1	€ 2,1
TS Chemie					
TNO	Industrieel onderzoek	€ 1,6	Per jaar	€ 1,6	*
TKI toeslag Chemie	Industrieel onderzoek	***	Per Jaar	€ 3,1	***
NWO Chemie	Fundamenteel onderzoek	€ 10,1	Per 4 jaar	€ 2,5	€ 3,3
TS Energie					
ECN	Industrieel onderzoek	€ 3,2	Per jaar	€ 3,2	*
NWO Energie	Fundamenteel onderzoek	€ 0,08	Per 4 jaar	€ 0,02	€ 0,5
TKI Groen Gas	Industrieel onderzoek	€ 0,08	Per jaar	€ 0,08	*

Programma	**Innovatiefase**	**Overheidsbijdrage totaal beschikt (Miljoen euro)**	**Looptijd (start)**	**2014 (beschikbaar) budget**	**2016 (beschikbaar) budget**
SDE+	Fiscaal	€ 280	Per jaar (2013)	*	*
EIA	Fiscaal	€ 3,9	Per jaar (2013)	*	*
MIA/VAMIL	Fiscaal	€ 5,6	Per jaar (2013)	*	*
RDA	Fiscaal	€ 33	Per jaar (2013)	*	*
WBSO	Fiscaal	€ 17	Per jaar (2013)	*	*
DEI	Implementatie	€ 4,8	Per jaar	€ 4,8	*
GAVE	Implementatie	€ 0,12	Per jaar	€ 0,12	€ 0,10

4.4 BBE en het Energieakkoord

Op 6 september 2013 sloten ruim veertig partijen, waaronder de overheid, samen een Energieakkoord voor duurzame groei. Dit bevestigt het beeld dat de noodzakelijke transitie naar een duurzame en CO2-arme sector breed wordt gedragen. De komende jaren gaan deze partijen fors investeren in energiebesparing en hernieuwbare energieopwekking.
De doelstellingen van het energieakkoord sluiten grotendeels aan bij de doelstellingen van de Topsector Energie, toch is er een belangrijk accentverschil. Waar de topsector Energie is gericht op in-

novatie en kostprijsreductie, is het Energieakkoord meer gericht op implementatie van technieken om de duurzaamheidsdoelstellingen voor 2023 te behalen. Voor het onderwerp BBE zijn de volgende afspraken uit het Energieakkoord van belang:

- Partijen spreken af dat de stimulering van biomassa in kolencentrales de 25 PetaJoule niet zal overschrijden. Nader uitgewerkt wordt, ook in het licht van het zo hoogwaardig mogelijk inzetten van biomassa en scherpe duurzaamheidscriteria, hoe de beperking tot 25 PJ biomassa, de wijze van de ondersteuning vorm kan worden gegeven in de SDE+.
- Hernieuwbare opwekking uit de overige diverse bronnen wordt ambitieus ter hand genomen. Er bestaat een aantal niet financiele barrières die de opschaling van hernieuwbare energie beperken. Voor de voortgang is het cruciaal die aan te pakken. Er is in overleg tussen marktpartijen (DE koepel) een agenda geformuleerd waarmee dat wordt opgepakt.
- Om wetgeving te realiseren die in de toekomst robuuste ruimte creëert voor een substantiële rol voor duurzame opwekking, en die rekening houdt met de gevolgen van intermitterende opwekking voor het elektriciteitsnet, werken partijen mee aan de wetgevingsagenda STROOM die hiervoor in gang is gezet.
- Per 1 januari 2014 wordt een belastingkorting van 7,5 ct/kWh ingevoerd voor hernieuwbare energie die in coöperatief verband of door een vereniging van eigenaren (VvE) wordt opgewekt en gebruikt door kleinverbruikers en waarbij de leden van de coöperaties/VvE's en de installatie(s) zich in een zogenaamde 'postcoderoos' (viercijferige postcode plus aangrenzende postcodes) bevinden.
- De zevende pijler van het Energieakkoord bestaat uit stappen op het gebied van mobiliteit en transport richting efficiënter verkeer en vervoer en een meer duurzame invulling van mobiliteit. Partijen zijn het eens over ambitieuze doelstellingen, namelijk een reductie van de CO2-uitstoot met 60% per 2050 ten opzichte van 1990 en op weg daarnaar toe een reductie tot 25 Mton (-17%) in 2030. Om dit te realiseren hebben partijen een groene groeiagenda opgesteld met perspectieven voor de lange termijn en maatregelen voor de korte termijn. In totaal worden stappen gezet op twaalf hoofdonderwerpen. In de inmiddels gerealiseerde visie brandstoffenmix wordt voor de lange termijn vooral ingezet op electrisch vervoer en biobased brandstoffen voor langeafstandsvervoer (met name lucht- en scheepvaart). Aanbevolen wordt innovaties te richten op cascadering en bioraffinage.[7]
- De negende pijler richt zich op energie-innovatie en -export. Het streven is dat Nederland in 2030 een top-10 positie inneemt op de mondiale CleanTech Ranking. Dit lukt door uit te blinken in slimme oplossingen voor duurzaamheid, als resultaat van een

[7] Rapport duurzame brandstoffenmix, SER, 2014

uitnodigend investerings- en groeiklimaat voor bestaande en nieuw CleanTech-bedrijven. Er wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de aanpak van de Topsector Energie en samengewerkt met andere topsectoren. Inmiddels heeft dit geleid tot een aparte subsidieregeling voor de demonstratieprojecten (DEI).

4.5 De status van specifieke BBE onderwerpen

De indeling van de nieuwe programmalijnen volgend, is t.b.v. de onderzoeksagenda een verdere onderverdeling gemaakt in hoofd- en sub-onderwerpen. Dit gaat zowel om technologieën, biomassa grondstoffen als toepassingen. Per onderwerp is o.a. de volgende informatie verzameld:

- een inschatting van de TRL-status van de huidige projectportfolio
- toepassing van criteria die belangrijk zijn voor het succes van een onderwerp
- onderzoeksvragen die per onderwerp uitgewerkt kunnen worden.

Deze informatie is samengebracht in één onderwerpenmatrix. De belangrijkste informatie hieruit is in de onderzoeksagenda opgenomen in de vorm van tabellen in met name deze paragraaf en de hoofdstukken 9.1 tot en met 9.5.

TRL-niveau

In onderstaande Tabel 3 is aangegeven welke TRL-fase relevant is per onderwerp. De onderwerpen die zich in de laatste TRL-fasen bevinden, bevinden zich vlakbij marktintroductie of al in de markt. Dit zijn voorbeelden waar Nederland ver in is, en vormen het laaghangend fruit voor de biobased economy. In een aantal gevallen zijn er meerdere technologieën / producten per onderwerp, waardoor er meerdere TRL's relevant zijn. De circulaire economie is een economisch systeem dat bedoeld is om herbruikbaarheid van producten en grondstoffen te maximaliseren en waardevernietiging te minimaliseren[8]. De Biobased economy is er toeleverancier van.

Criteria

Criteria zoals de potentie voor CO2-equivalent reductie en werkgelegenheid zijn medebepalend voor het succes van een bepaald onderwerp in Nederland. Afhankelijk van de TRL fase zijn er bepaalde randvoorwaarden die essentieel zijn voor een goed lopend innovatieproces wat leidt tot het op de markt brengen van een innovatief product. Bij de TRL fase 1-3 is het vooral van belang dat er een goed kennisniveau binnen Nederland is en dat deze kennis gedeeld wordt. Terwijl een technologie in TRL fase 4-6 een grote kans van slagen heeft als er daarnaast ook een sterke ondernemersbasis is in Nederland. Dat is in de eerste TRL fases minder relevant. Dit innovatieproces kan geanalyseerd worden waarmee duidelijk wordt wat belemmerend werkt. In hoofdstuk 7 wordt hier dieper op inge-

[8] Bron: MVO-Nederland website

gaan.In bijlage 11.10 zijn een aantal analyses te vinden voor vergassing, vergisting en biobrandstoffen.

Tabel 3 Onderwerpen en TRL's

			Fundamenteel			Toegepast			Valorisatie		
		TRL	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nieuwe programmalijnen	Hoofdonderwerp	Subonderwerp									
Solar capturing	4a Biosolar cells										
		Kunstmatige fotosynthese	X	X	X						
		Algen (heterotroof en fototroof, raffinage)			X	X	X	X	X		
		Heterogene (bio)katalyse	X	X	X						
		Chemische opslag elektriciteit	X	X							
		Photanol-technologie			X	X	X	X			
	4b Aquatische plantaardige bronnen										
		Zeewier			X	X	X				
		Overige aquatische biomassa (eendenkroos, azolla etc.)			X	X	X	X			
	Overige biomassaproductie										
		Olien / vetten (zoals palmolie, soja, etc.)						X	X	X	X
		Koolhydraten (zoals suikerbieten)					X	X	X		
		Vezelgewassen (zoals mischantus, hennep)				X	X	X	X		
		Veredeling		X	X	X	X	X	X	X	X
Thermische conversie biomassa	Bioenergie										
		Vergisting						X	X	X	X
		Pyrolyse						X	X	X	
		Torrefactie						X	X	X	
		Vergassing.					X	X	X	X	
		Andere voorbehandelings- technieken (o.a. wassen, drogen, pelleteren)							X	X	X
		Bij- en meestook							X	X	
Chemisch katalytische conversie	Biobased chemie										
		Drop-in			X	X	X	X	X	X	X
		Zuren, alcoholen			X	X	X	X	X	X	X
		Aminozuren		X	X	X	X				
		Aromaten			X	X	X	X	X		
		Overige ringvormige bouwstenen (furanen, isosorbide, caprolactam etc.)			X	X	X	X	X		
	Biobrandstoffen (uit thermisch voorbehandling)										
		Conversie van pyrolyse-olie naar biobrandstoffen en chemicaliën				X	X	X			
		Productie biobrandstoffen en chemicalien uit vaste biomassa via vergassing.				X	X	X			
		Productie biobrandstoffen uit lignocellulose materiaal			X	X	X				
Biotechnologische conversie	Fractioneren										
		Gras en andere groen biomassa raffinage									
		Fractioneren algemeen				X	X	X	X		
		Eiwitscheiding en raffinage				X	X	X	X		
		Lignine uit houtraffinage				X	X	X			
		Verwerking lignocellulose				X	X	X	X		
		Nanocellulose				X	X	X	X		
		Verwaarding reststromen uit rioolslib (o.a. PHA, alginaat)			X	X	X				
		Vetzuren uit reststromen				X	X	X			
		Planteninhoudsstoffen farma				X	X	X	X		
		Planteninhoudsstoffen 'chemie''				X	X	X	X		
	Biokatalytische omzettingen										
		Drop-in			X	X	X	X	X	X	X
		Nieuwe gefunctionaliseerde moleculen (zuren, alcoholen, furanen, aromaten etc.)			X	X	X	X	X	X	X
	Biobased materialen										
		Drop in			X	X	X	X	X	X	X
		Producten uit fermentatieve monomeren (hydroxyzuren e.g. PLA, PHA)			X	X	X	X	X	X	X
		Biobitumen, bioasfalt etc. uit lignine of uit hout				X	X	X			
		Verf en coatings						X	X	X	
		Smeermiddelen						X	X	X	
		Vezelversterkte materialen (o.a. Composieten, beton)					X	X	X	X	
	Biobrandstoffen (biochemisch)										
		2e generatie bio-ethanol					X	X	X	X	X
		1e generatie bio-ethanol								X	X
		Rijden op biogas				X	X	X	X		
		Biokerosine						X	X	X	
		Biodiesel								X	X
		Scheepsvaart brandstof						X	X	X	

Dit is een vereenvoudigde weergave. De totale onderwerpenmatrix bevat een uitgebreidere versie van deze tabel met specifiekere in-

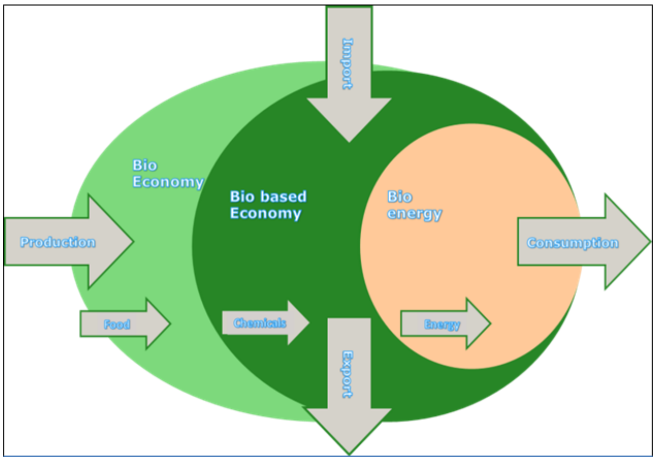
formatie per TRL-groep. Deze is apart van dit rapport beschikbaar. In vier tabellen in hoofdstuk 9 worden voor bovengenoemde onderwerpen in de relevante TRL-fasen nuttige onderzoeksvragen voorgesteld.
In Bijlage 11.9 is in een tabel de samenhang weergegeven tussen de (aangescherpte) programmalijnen, (sub)onderwerpen en werkpakketten in het innovatiecontract '12-'16.

5 Nederland in de EU

Ook Europa ziet de kansen van de 'bio-economy' als een belangrijke maatschappelijke uitdaging. Naast dat de EU Horizon 2020 strategie streeft naar innovatie en het efficiënter omgaan met natuurlijke hulpbronnen, is er een integrale biobased strategie geschreven en maakt de markt voor biobased producten deel uit van het lead market initiative. De Europa 2020 strategie geeft richting aan de economische ontwikkeling van Europa in het komende decennium. In deze strategie wordt gesproken over 'slimme, duurzame en inclusieve groei voor Europa'. Kort gezegd bestaat deze strategie uit drie speerpunten[9]:

- Slimme groei: het ontwikkelen van een economie gebaseerd op kennis en innovatie,
- Duurzame groei: efficiënter omgaan met hulpbronnen, vergroening van de economie en zorgen voor een meer competitieve economie,
- Inclusieve groei: creeren van een economie waarin zoveel mogelijk mensen werk hebben, waarbij sociale en territoriale cohesie gewaarborgd blijft.

De Europese Commissie heeft in februari 2012 de COM (2012)60 "Strategy for a Sustainable Bioeconomy in Europe"[10] uitgebracht. Daarmee beziet de EC de bioeconomy in haar geheel, dus inclusief Agro en Food en niet uitsluitend de biobased economy (Figuur 3).
Deze strategie berust op drie pijlers:



Europe 2020; *Europe 2020 is the EU's growth strategy for the coming decade.* In a changing world, we want the EU to become a smart, sustainable and inclusive economy. These three mutually reinforcing priorities should help the EU and the Member States deliver high levels of employment, productivity and social cohesion.

Concretely, the Union has set five ambitious objectives - on employment, innovation, education, social inclusion and climate/energy - to be reached by 2020. Each Member State has adopted its own national targets in each of these areas. Concrete actions at EU and national levels underpin the strategy.

Figuur 3 De Biobased Economy als onderdeel van de Bioeconomy

[9] http://ec.europa.eu/europe2020/index_en.htm
[10] http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/policy/strategy_en.htm

- Investeer: in onderzoek, ontwikkeling en de Human Capital agenda,
- Versterk samenwerking: tussen landen, regio's en andere stakeholders via ERAnetten, Bioeconomy panel, Observatory etc.,
- Versterk markten: voor biomassa productie, conversie in bioraffinage en consumptie.

De europese landen implementeren deze strategie ieder op hun eigen wijze en hebben ook verschillende drijfveren. Daar waar in Nederland en Duitsland de behoefte aan de materialen binnen de biobased economy vooral voortkomt uit de chemische sector, is in Frankrijk de drijfveer meer extra afzet voor de landbouwsector. Vanuit de Bioeconomy observatory[11] is een overzicht gegeven van de stand van zaken en wordt geconcludeerd dat anno 2014 zes[12] landen een bio (based) economy strategy hebben opgesteld.
Recent is door de EU de Energy Union Package uitgekomen met een nadrukkelijke bio-energie ambitie[13].

EU ambitie voor Energie: Being the world leader in developing the next generation of renewable energy technologies, including environment-friendly production and use of biomass and biofuels, together with energy storage.

Financiele ondersteuning uit Europa
FP7: Vanuit Europa hebben diverse programma's ondersteuning gegeven aan de ontwikkeling van de biobased economy in Europa. Vanuit FP7 is tot en met 2013 ondersteuning gegeven en is veel budget beschikbaar gekomen voor de Biobased Economy. De omvang en aandeel van Nederland is vastgesteld en gerapporteerd[14] en blijkt 927 M€ in de periode 2006 – 2012 voor biobased research gecomitteerd te zijn. Hiervan is ongeveer 7% in Nederland besteed. Indien naar de aanvragers gekeken wordt blijkt dat 25 % van de EU middelen naar Universiteiten gaat, waarvan de WU bijna de helft voor haar rekening neemt. Van het budget gaat 35% naar Research instituten (DLO, ECN, NWO, NEN). 40% van het budget gaat naar een 18-tal bedrijven.
Van het genoemde FP7 budget is 1/3 besteed aan onderzoek naar chemicals, en de rest aan biobrandstoffen, materialen etc. 15% van het budget wordt aan biomassa productie en bijna de helft aan biorefineries besteed. Daarbovenop hebben bioeconomy ERAnetten bijgedragen aan de afstemming van nationale programma's en het gezamenlijk financieren van onderzoek via Joint Calls. De 30 Bi-

[11] https://biobs.jrc.ec.europa.eu
[12] IEA Bioenergy Task 42: http://www.iea-bioenergy.task42-biorefineries.com/en/ieabiorefinery.htm , Nederland, Denemarken, Finland, Duitsland, Vlaanderen, Zweden
[13] http://ec.europa.eu/priorities/energy-union/docs/energyunion_en.pdf
[14] http://www.sahyog-europa-india.eu/inventories

oeconomy ERANET's[15] hebben gemiddeld 10 M€ per call beschikbaar gesteld, gebruik makend van nationale middelen.
Al met al kan gesteld worden dat FP7 ruim heeft bijgedragen aan onderzoek naar de biobased economy en dat vanuit deze onderzoeksresultaten het nu zaak is om deze in producten en business te verwaarden.

Horizon 2020 is het programma van de Europese Commissie om Europees onderzoek en innovatie te stimuleren. Horizon 2020 loopt sinds 1 januari 2014 en is de opvolger van het Zevende Kaderprogramma (KP7). Met Horizon 2020 wil de Europese Unie (EU) het concurrentievermogen van Europa vergroten door wetenschap en innovatie te stimuleren. Daarnaast wil de EU het bedrijfsleven en de academische wereld uitdagen om samen oplossingen te bedenken voor maatschappelijke vraagstukken die in heel Europa spelen. Binnen het Horizon 2020 programma krijgt in de 2014/15 call de biobased economy op een aantal plaatsen aandacht maar met een nadruk op bioenergie in LCE12 – 14, maar ook de omzetting van CO2 naar chemicaliën, eco innovation en MKB ondersteuning. Uit de Horizon 2020 call in 2014 heeft Nederland 6,8 M€ ondersteuning gekregen met respectievelijk 4, 9 M€ voor Innovative, Sustainable and Inclusive Bioeconomy en 1,9 voor Low Carbon Energy technologies.
Binnen Horizon 2020 heeft Europese Comissie besloten om het instrument Joint Technology Initiative in te zetten. De JTI BioBased Industries (JTI BBI)[16] is een publiek-private samenwerking tussen de EU en het Bio-based Industries Consortium (BIC)[17]. De industrie is georganiseerd in het BIC consortium en bestaat uit meer dan 60 grote en kleine Europese bedrijven, clusters en organisaties op het gebied van technologie, industrie, landbouw en bosbouw. Het doel van de samenwerking is om bij te dragen aan de ontwikkeling van een efficiënter gebruik van hulpbronnen en een duurzame koolstofarme economie.
JTI BBI heeft een omvang van € 3,7 miljard voor de periode 2014-2020. De Europese Commissie financiert 25% en de bijdrage van het bedrijfsleven bedraagt ongeveer 75%. Er zijn twee type projecten, namelijk Research & Innovation actions (R&I) en Innovation actions (Demonstraties en Flagships).
In een consortium zitten minimaal 3 partners uit 3 verschillende landen. De R&I projecten duren tot ongeveer 4 jaar en Innovation actions zullen 4 tot 5 jaar duren.
De onderwerpen van de calls vallen binnen een van de 5 waarde ketens (VC: value chain):

- *Van lignocellulosische grondstof tot geavanceerde biobrandstoffen, biobased chemicaliën en biomaterialen*

[15] www.era-platform.eu
[16] http://bbi-europe.eu
[17] http://biconsortium.eu

- *De volgende generatie houtverwerkende waarde ketens*
- *De volgende generatie agro-gebaseerde waarde ketens*
- *Ontstaan van nieuwe waarde ketens van (organisch) afval*
- *De geïntegreerde energie-, pulp-en chemische bio-raffinaderijen*

In 2014 is vanuit JTI-BBE de eerste call gehouden met een budget van 50 M€ en sluitingsdatum 15 oktober 2014. Het resultaat van deze call is nog niet bekend.
Samenwerking tussen lidstaten wordt geïnitieerd via Joint Programming Initiatives en ERAnetten die in H2020 CoFund worden genoemd. Voor het TKI-BBE is het van belang daar waar relevant aan te sluiten bij gezamenlijke calls op het gebied van de biobased economy en bioenergie (wat reeds gebeurt in ERA-IB en ERA-BESTF2 en ERA-Bioenergy).
Internationale samenwerking buiten de EU wordt met name vormgegeven via www.ieabioenergy.com en bilateraal met enkele landen. Binnen IEA Bioenergy[18] zijn voor het TKI-BBE de tasks met verschillende conversietechnologieën (pyrolyse, vergisting, vergassing, verbranding en bioraffinage) van belang, maar ook de tasks die te maken hebben met biomassa productie (solar capture), handel etc.

[18] Zie ook European Biofuel Technology Platform EBTP http://www.biofuelstp.eu

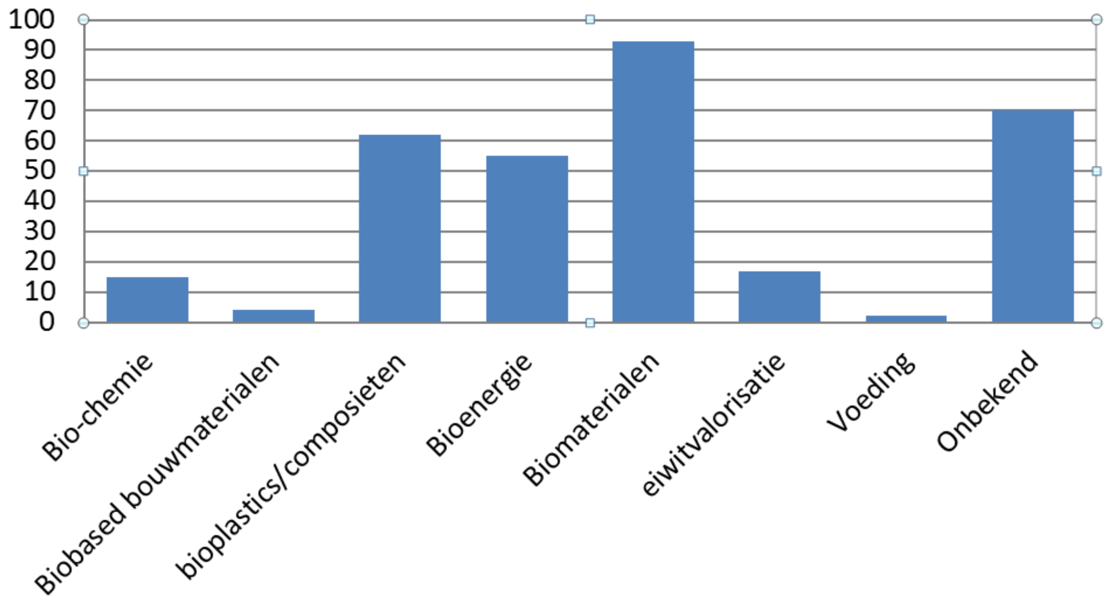
6 De Regio's in Nederland

Betrokkenheid van regionale overheden wordt steeds belangrijker voor innovatieve ontwikkelingen. Regionale overheden steunen bedrijven met geld, faciliteiten en netwerkvorming. Een aantal provincies en regio's heeft de biobased economy tot speerpunt in het beleid gemaakt. De regionale samenwerking van bedrijfsleven en overheden is zichtbaar in verschillende grote cluster in de biobased economy. In een analyse van Buck consultants blijkt dat van de 8 Nederlandse clusters er 6 zijn met een actieve rol in biobased economy. Deze clusters laten een duidelijk groei zien in werkgelegenheid. Veel clusters hebben een basis in onderzoeks- en innovatieprogramma's maar zijn ook zeer actief in het bieden van gunstige condities voor vestiging van biobased bedrijven. Ook de grensoverschrijdende samenwerking komt zeer goed van de grond. Een nieuwe impuls is te verwachten van het programma voor regionale structuurfondsen waarmee met name demoprojecten in de 'koolstofarme economie' gestimuleerd kunnen worden. Voor de biobased economy interpreteren we dat maar naar fossiele koolstofarme economie. Biomaterialen zonder koolstof bestaan immers niet.
Voor de onderzoeksagenda gaat het om de vraag in welke mate de regionale programma's inhoudelijk en financieel daaraan bijdragen en het een coherent geheel vormt met nationale en Europese programma's. Welke kansen bieden regio's de komende jaren om thema's te ondersteunen en in welke mate zou de onderzoeksagenda nog een aanbeveling kunnen geven voor inhoudelijke focus van regionale programma's.

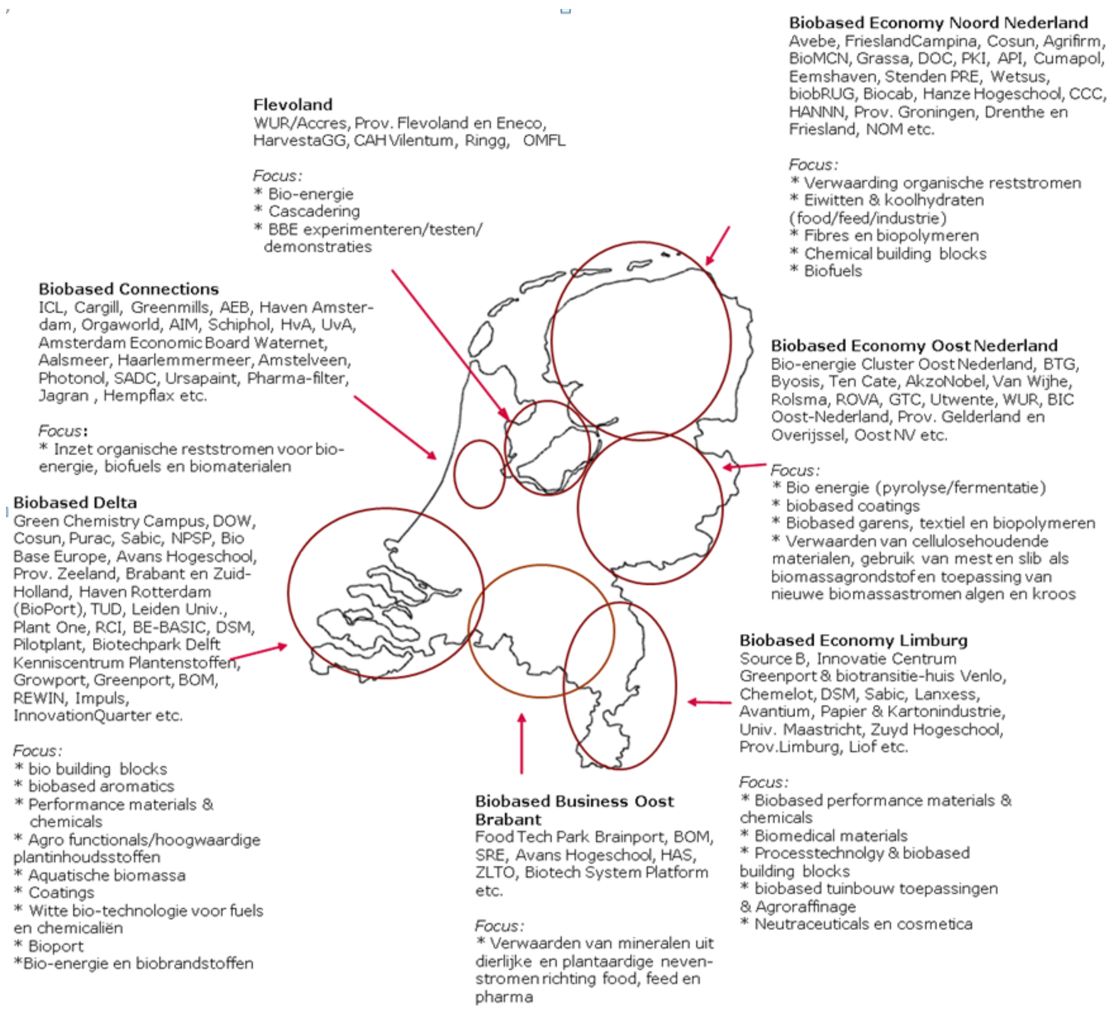
Schets van ambities en omvang regionale clusters

De diversiteit van de regionale initiatieven in vorm, omvang en thema is net zo divers als de biobased economy zelf. De diversiteit komt goed tot uiting in figuur 4 waarin de regionale initiatieven op de landkaart zijn gezet. Het blijkt in vergelijking met de analyse uit 2012 dat de regionale initiatieven in aantal zijn toegenomen. Ook gaat om een substantiële financiële impuls. Zo stonden er in 2013 bijvoorbeeld in de provincies Zeeland, Brabant, Limburg, Zuid-Holland en Gelderland specifieke BBE subsidies en investeringsfondsen open voor een totaal bedrag van 50 miljoen euro. Dat is vergelijkbaar met het budget dat vanuit het Rijk in 2013 beschikbaar was voor onderzoek en innovatie in de biobased economy. Een globale analyse door RVO geeft aan dat veel projecten zich richten op biomaterialen, bioplastics en biocomposieten[19].

[19] Monitor Biobased Eonomy in Nederland 2013, RVO, 25 april 2014



Figuur 4 Inspanning in de regio's naar markten (RVO, 2014)



Figuur 5 De meest relevante regio's op biobased gebied kort gekarakteriseerd. (RVO, 2015)

In deze veelheid van initiatieven zijn enkele grote clusters te onderscheiden met een substantiële omvang van beschikbare regionale publieke en private financiering (zie Tabel 4). Deze initiatieven zijn er uitgelicht omdat het mede bepalend kan zijn voor de opzet van nationale programma's en de onderzoeksagenda. Bij de meeste regionale programma's zijn ook kennisinstellingen betrokken.

Tabel 4 Grote regionale initiatieven. *) mede door EU (EFRO en Interreg) gefinancierd.

Programma	**Thema**	**Provincie**	**Kennisinstelling**	**internationale samenwerking**
InSciTe	Biomaterialen	Limburg	TU/e, UM	_
AMIBM	Biomaterialen	Limburg	UM	Duitsland, Universiteit van Aken
Green chemistrycampus / Biorizon *)	Chemie en bioaromaten	Brabant	TNO	Vlaanderen VITO
BioBased economy park Cuijck	Bioraffinage	Brabant	TU Delft. WUR	
BIC-ON	Bioraffinage	Overijssel, Gelderland	WUR-DLO, UT, RUN	_
'Groene chemie Noord Nederland'	Agro-chemie Bioraffinage	Groningen, Friesland, Drenthe	RUG	_
Interreg agrobiopolymeren *)	Biomaterialen	_	Stenden, WUR-DLO	Duitsland
InVesta	Vergassing	Noord Holland	ECN	_
Bioprocess pilot facility *)	Bioraffinage	Zuid Holland	TU Delft	
Bio base Europe *)	Bioraffinage	Zeeland		Vlaanderen Universiteit Gent

Afstemming met bovenstaande programma's is nodig om overlap te voorkomen en om via samenwerking meer impact te krijgen.

Regionale ondersteuning business plan ontwikkeling MKB

Alle regio's stimuleren ook actief biobased business ontwikkeling bij het MKB via platforms, netwerken, programma's en subsidie, Noord-Nederland (Groningen, Drenthe, Friesland) heeft een roadmap opgesteld 'Noord4Bio'. Zuid-West Nederland (Zeeland en Brabant) trekt gezamenlijk op onder de noemer 'Biobased Delta'. Gelderland en Overijssel (Big-on), en Zuid Nederland ('Innovatieprogramma Zuid-Nederland') zijn actief. En ook Zuid-Holland (Kennisalliantie) heeft een biobased economy strategie. Samenwerking door bedrijfsleven en overheden (gemeentes, provincies, ontwikke-

lingsmaatschappijen) tussen en binnen deze regio's in Nederland maar ook in de grensregio's met Duitsland en België is essentieel. Het MKB kan via deze regionale activiteiten gemakkelijk aanhaken bij biobased initiatieven. De Regionale Ontwikkelings Maatschappijen (ROM's) hebben een belangrijke rol als intermediair. Regionale kennis en business makelaars spelen in dit veld een cruciale rol om biobased business development te stimuleren. Deze partijen staan dicht bij de bedrijven en organisaties waar het om gaat. Samenwerking voor valorisatie met DLO, TNO, ECN, GTI's kan worden versterkt. Een aantal provincies heeft financiële middelen voor innovatie in het MKB. Daarbij is de Biobased Economy door sommige provincies (bijvoorbeeld Brabant en Groningen) ook genoemd als prioritair thema. Vanuit de Topsector Agri&Food zijn, en bij het MKB-steunpunt van Chemie en Energie worden innovatiemakelaars aangesteld die MKB bedrijven ondersteunen bij de uitwerking van ideeen. Dit netwerk werkt samen met de Kamer van Koophandel via het ondernemersplein. Afstemming en kennisuitwisseling tussen de regionale spelers is van groot belang. Voorkomen moet worden dat er biobased eilandjes in Nederland ontstaan. Strategische samenwerking en uitwisseling is essentieel om te voorkomen dat het wiel meerdere keren wordt uitgevonden. Elke regio heeft zijn kenmerkende economische en infrastructurele eigenschappen waardoor strategische afstemming ook goed mogelijk is. Vanuit en tussen de regionale organisaties en netwerken zelf is meer afstemming noodzakelijk.

Grensoverschijdend en nieuwe ronde structuurfondsen
De EU stelt via structuurfondsen genaamd EFRO en INTERREG financiële middelen beschikbaar om regionale ontwikkelingen te stimuleren. In de afgelopen jaren zijn daar verschillende grotere biobased projecten uit voor gekomen, zie tabel 4. Begin 2015 is de openstelling van de nieuwe ronde structuurfondsen gepubliceerd.

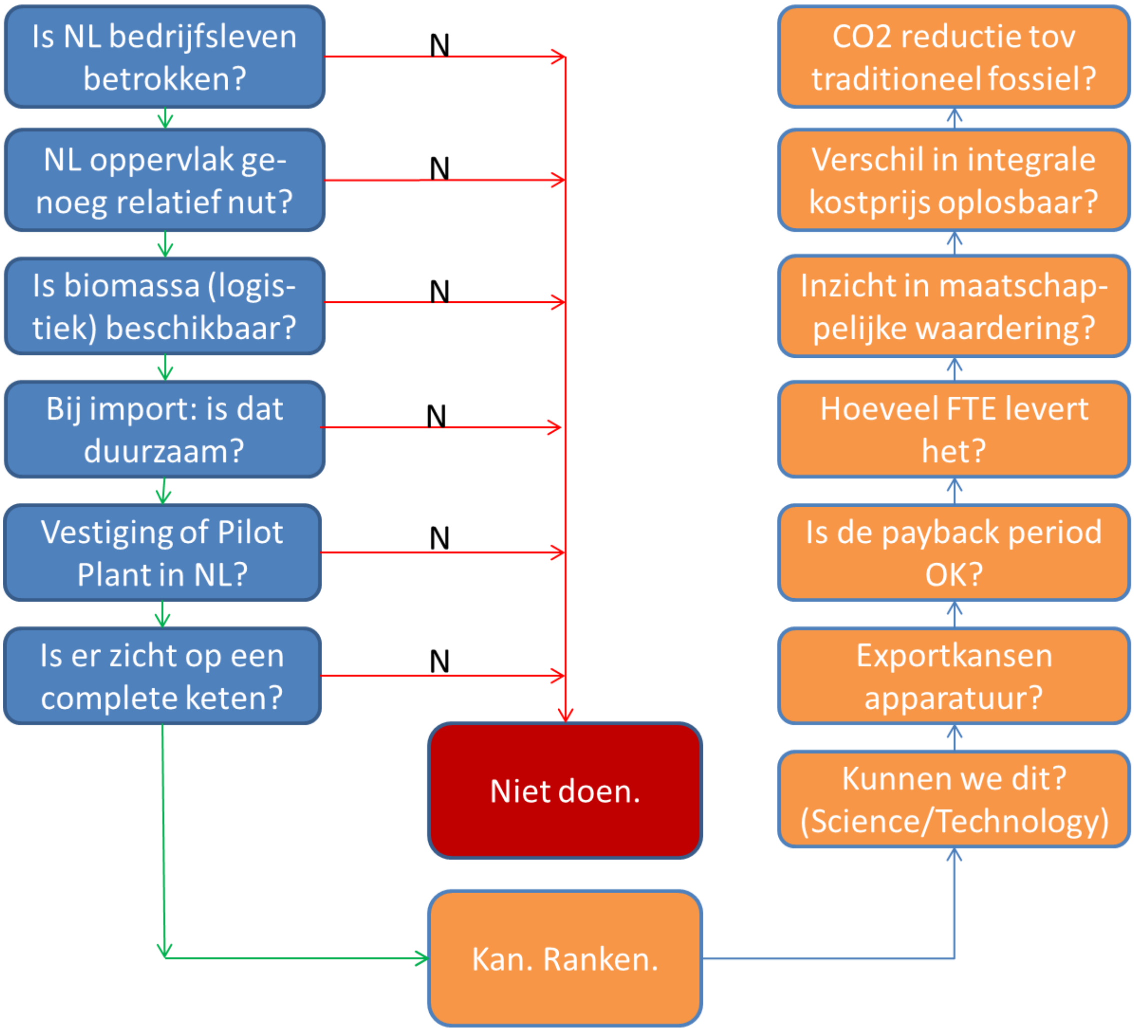
Ten slotte
De financiële omvang van de regionale activiteiten voor biobased economy is even groot als van de landelijke onderzoeksprogramma's. In dit ecosysteem van projecten en programma's is uitwisseling van informatie, samenwerking op thema's en uitwisseling van agenda en ervaringen van groot belang. In veel gevallen zijn de grotere projecten zowel door rijk als regio medegefinancierd. Toch zijn er een aantal aandachtspunten:

- Alle regio's en het rijk hebben op het gebied van biomaterialen en chemie programma's uitgezet of op stapel staan. Een verbindende schakel kan de slagkracht vergroten.
- Informatie over lopende projecten en resultaten van afgeronde projecten kan beter ontsloten worden.

- Er zijn kansen voor de ontwikkeling van pilot's en demoinstallaties via de in 2015 open te stellen EU structuurfondsen.

7 De Randvoorwaarden

Nederland is een klein land – zeker vanuit het perspectief van vierkante meters. Moet in het kader van de BBE op alles worden ingezet, of zijn er randvoorwaarden waar aan moet worden voldaan? Dit is zeker opportuun na het debat in de Tweede Kamer[20] naar aanleiding van de opening van de DSM-Poet ethanol fabriek in de VS (juni 2014), namelijk waarom de fabriek in de VS staat, terwijl de R&D steun in Nederland werd gegeven. Figuur 6 geeft een aanzet tot deze randvoorwaarden.

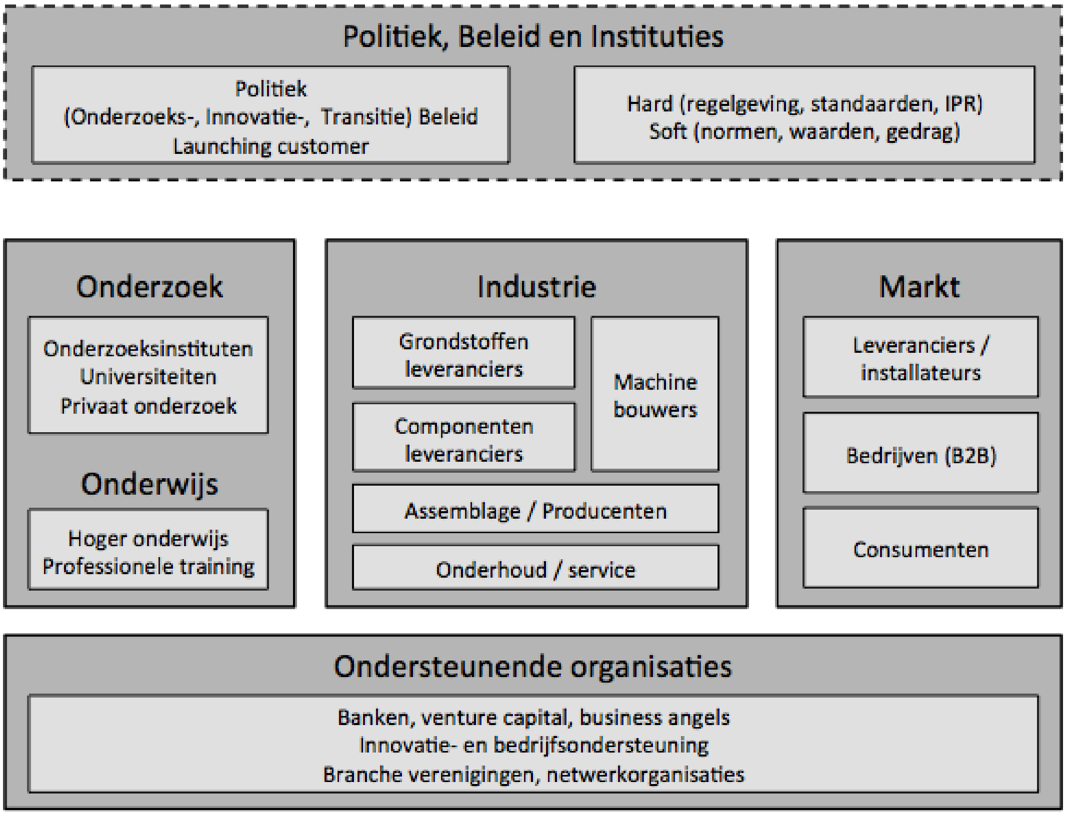


Figuur 6 Randvoorwaarden en opzet Rankingselementen BBE.

Uiteraard moeten deze strategische rankingscriteria (inpassen in TRL niveau, bijvoorbeeld) nader worden geoperationaliseerd.

[20] Verslag debat Groene Groei 04-09-2014,kamerstuk 32637-153.

Deze onderzoeksagenda richt zich op de technologische vraagstukken die opgelost moeten worden om het innovatieproces op gang te houden, oftewel kennisontwikkeling.
Het innovatieproces valt of staat niet alleen met het beschikbaar stellen van financiële middelen om tot de oplossing van technologische vraagstukken te komen. De omgeving, ook wel het innovatiesysteem genoemd, moet zo optimaal mogelijk ingericht worden waardoor de verschillende betrokkenen goed op elkaar afgestemd zijn (Figuur 7).



Figuur 7 Het innovatiesysteem behorende bij een bepaalde technologie. Als dit systeem zo optimaal mogelijk functioneert, wordt de kans op innovaties en deze succesvol naar de markt te brengen vergroot. Aan de hand van zeven functies kan getoetst worden hoe dit systeem er voor staat.(Hekkert en Ossenbaard, 2010[21])

In het geval van de Biobased Economy betreft dit innovatiesysteem niet slechts een sector, maar minimaal drie verschillende Nederlandse topsectoren. Op het gebied van landbouw, chemie en energie blinkt Nederland wereldwijd uit. Juist door kruisbestuiving van deze topsectoren kan het niet anders dan dat Nederland grote stappen kan maken naar een groene economie.
Exacte innovaties zijn niet te voorspellen, maar door in te grijpen in het innovatiesysteem wordt het proces versneld en wordt de kans op de baanbrekende innovaties vergroot. Er zijn zeven functies

[21] Hekkert M. en Ossebaard M. (2010) De Innovatiemotor, het versnellen van baanbrekende innovaties Uitgeverij Van Gorcum ISBN: 9789023246121

waarvan kan worden afgelezen hoe het innovatiesysteem er voor staat: ondernemersactiviteiten, kennisontwikkeling, kennisdeling, richting geven, marktontwikkeling, middelen (zowel financieel als HCA) en weerstand. Als de bottleneck te vinden is de beperkte kennis die gedeeld wordt, is het niet zo efficiënt om dan extra geld te steken in de ontwikkeling van kennis. Het creëren van contactmomenten binnen het innovatiesysteem heeft dan meer effect. Deze zeven functies zijn signalen en de oplossing licht in het ingrijpen in het innovatiesysteem zelf.
Baanbrekende innovaties ontstaan door keuzes te maken, door goede samenwerking en dit langdurig vol te houden. Waar is Nederland echt goed in? Wat zijn onze speerpunten binnen de Biobased Economy? Hiervoor dient niet alleen gekeken te worden naar onze kennis, maar ook naar onze ondernemers en hun netwerken. Om op betrouwbare wijze deze afweging te maken is er zowel behoefte aan data op het gebied van deze zeven functies als ook aan expert opinions om deze data te duiden door de tijd heen. Deze data ontbreekt nog voor sommige sectoren.

8 De Doelen

Het huidig gebruik van fossiele grondstoffen leidt wereldwijd tot een klimaatprobleem. Daarnaast zijn de voorraden eindig en loopt de aanvoer deels vanuit politiek instabiele landen. Elektriciteit is op te wekken met diverse alternatieve bronnen, naast biomassa ook wind, zonne-energie, waterkracht en geothermie, waarbij biomassa een extra opslagvoordeel biedt. Hetzelfde geldt voor warmte, ook hier bestaat er naast bio-energie de mogelijkheid van zonne-energie, opnieuw geothermie en omgevingswarmte via warmte-pompen. Voor de productie van biobrandstoffen, chemicaliën en kunststoffen is biomassa echter de enige realiseerbare alternatieve bron voor de korte-, middellange- en deels lange termijn. Bovendien reduceert biomassa de afhankelijkheid van geopolitiek iets riskantere landen. En, last but most certainly not least, biobased genereert nieuwe banen.

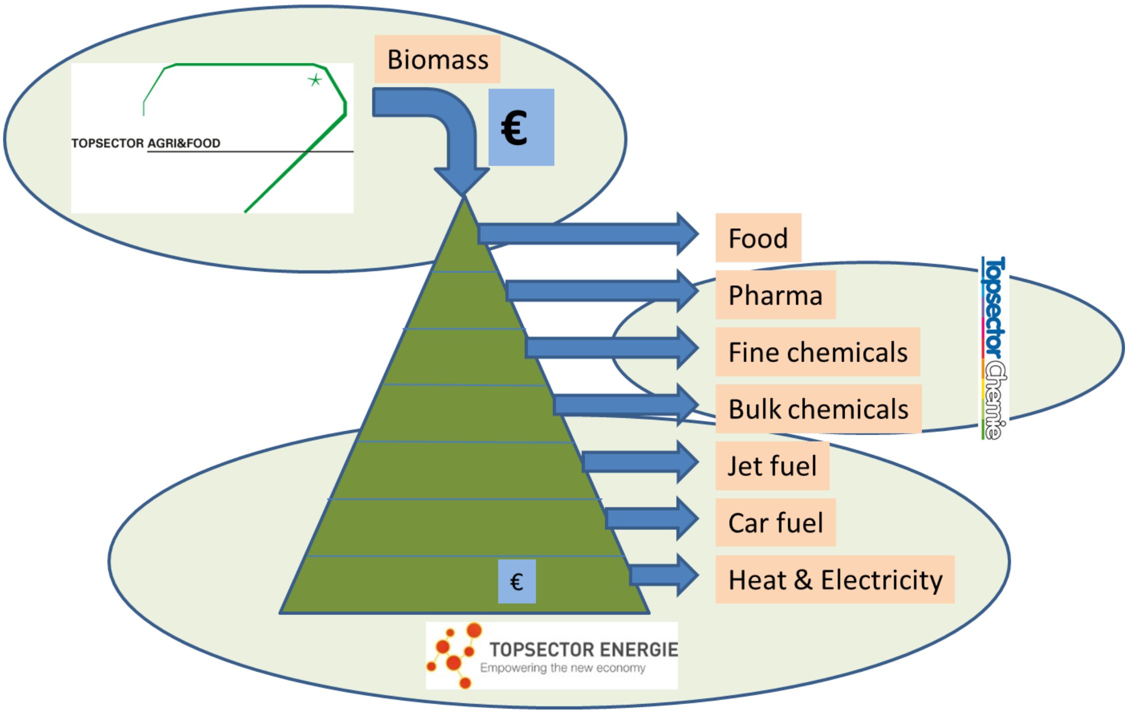
Politiek/bestuurlijk zijn de uitgangspunten voor de innovatie-activiteiten in Nederland en Europa:

- 14% duurzame energie in 2020, en 16 % in 2023
- 20% reductie van CO_2 uitstoot in 2020 t.o.v. 1990,
- 80% reductie van CO_2 uitstoot in 2050,
- 10% duurzaam energiegebruik binnen de transportsector in 2020.

Kortom, de drijvende krachten achter de beoogde transitie zijn de vermindering van CO_2 uitstoot en de nieuwe manieren van energie opwekking. Voor de langere termijn moet ook gekeken worden naar twee andere lonkende perspectieven: directe opslag van zonlicht naar moleculen, en gesloten kringlopen.

Biomassa blijft de komende decennia van cruciaal belang voor food en feed, farma, brandstof en nieuwe materialen. De strategie is daarbij zo maximaal gebruik te maken van de in biomassa aanwezige moleculaire structuren. Dit in contrast met de aanpak naar 'kraken' tot kleine (C1-C3) moleculen om ze vervolgens weer via klassiek chemische processen op te bouwen (C4 en groter). Biomaterialen met een koolstofskelet groter dan C4 zijn synthetisch inherent lastig te produceren en vanuit biomassa eenvoudiger te realiseren. Kennis van in biomassa aanwezige structuren, van processen in levende organismen, van scheidingsmethoden voor biomassa die de van nature aanwezige moleculaire structuren intact laten, analysemethoden voor bio-systemen en methoden voor het omgaan met grote hoeveelheden data vormen de kennisbasis voor moderne biotechnologie en bioraffinage. Met behulp daarvan kan biomassa worden gescheiden in verschillende fracties die elk op zich kunnen worden verwaard. Het hanteren van dit zogeheten cascaderingsprincipe kan veel meer economische waarde uit biomassa worden gehaald dan door het alleen maar te verbranden. De gedachte is/was dat door de biomassa te scheiden in verschillende afzonderlijk te verwaarden fracties en de reststromen die voor energieopwekking te

gebruiken de prijs van biomassa voor energieopwekking kan concurreren met die van fossiele grondstoffen.



Figuur 8 Het cascaderingsprincipe irt de topsectoren: waarde onttrekken aan biomassa.

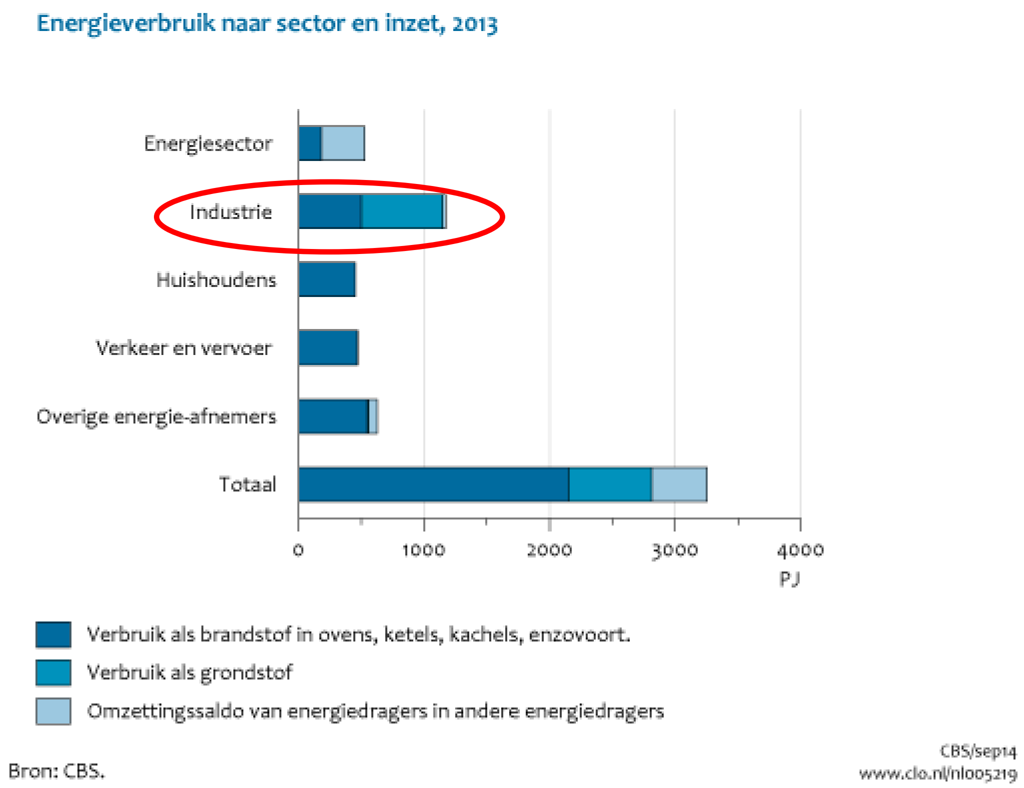
Van de huidige duurzame energieconversie in Nederland is 75% toe te schrijven aan de inzet van biomassa. De doelstellingen van het energieakkoord zijn voor de helft gebaseerd op de extra inzet van biomassa.

Het totale energieverbruik in Nederland bedroeg in 2013 3255 PJ. Daarvan is 1175 PJ, ofwel ruim eenderde, toe te schrijven aan de industrie. Van deze 1175PJ is 648PJ (55%) in gebruik als grondstof (bijvoorbeeld aardolie voor de vervaardiging van kunststoffen).[22]

Agri & Food, of Chemie, of Energie? Het is En En En, niet Of Of Of. Alledrie de topsectoren!

In totaal is dus 20% van het totale Nederlandse energieverbruik inclusief fossiel materiaal in gebruik als grondstof. Dit energieverbruik is vrijwel volledig fossiel en toe te schrijven aan aardolie en aardgas, energiedragers die uitsluitend door biomassa te vervangen zijn. De vergroening van deze grondstoffen kan daarom een aanzienlijke bijdrage leveren aan de verduurzaming van de Nederlandse Energiehuishouding. De industrie toont hiervoor op dit moment grote belangstelling en wijst in dat verband ook naar de afspraken die zijn gemaakt over cascadering van biomassa in het energieakkoord zoals het ondersteunen van innovatie.

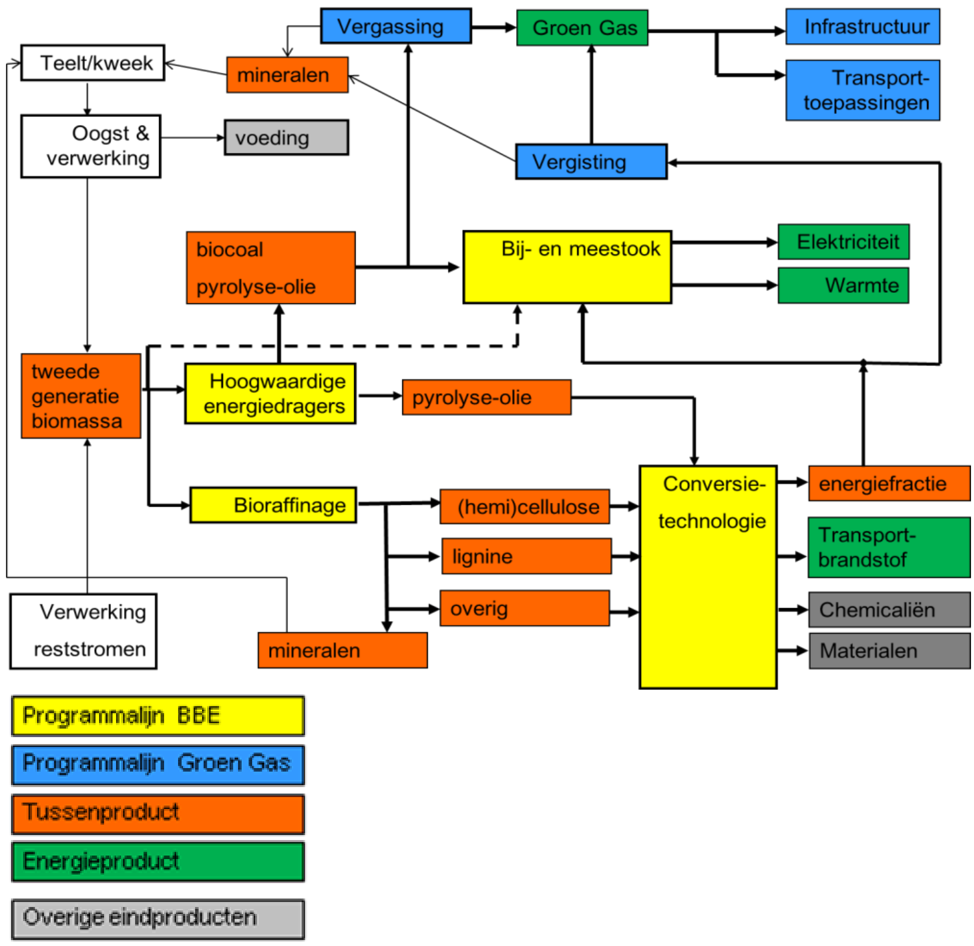
[22] Bron: compendium voor de leefomgeving: http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0052-Energieverbruik-per-sector.html?i=6-40



Figuur 9 Energieverbruik naar sectoren in Nederland.

Daarbij moet benadrukt worden dat de productie van biobased grondstoffen in de meeste gevallen samengaat met de productie van energiedragers zoals stoom, en vergistbare dan wel verbrandbare reststromen. Zo produceert de geprognotiseerde 50 kton FDCA fabriek van Avantium ook circa 40 MWh aan warmte. Dit geldt ook voor biomassa-naar energietoepassingen. De BTG-pyrolyse fabriek wordt nu opgestart levert warmte aan AkzoNobel in Hengelo, en olie aan FrieslandCampina in Borculo. Een samenhang tussen de verschillende bronnen / bewerkingen / markten staat hieronder (Figuur 10).

"Terugkijkend na 30 jaar Biobased is in 80% van de faalgevallen het niet gesloten hebben van de keten de reden." Emmo Meijer, vz bestuur TKI Agri&Food.



Figuur 10 Samenhang markten, sectoren en producten.

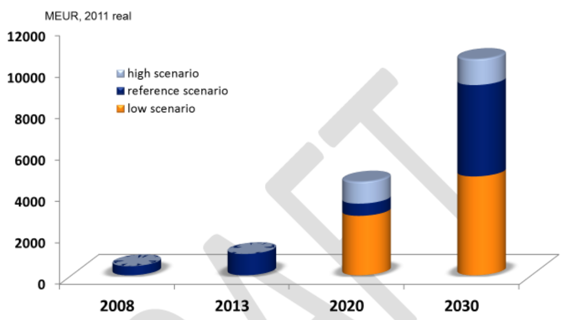
Voor de chemie is de volgende ambitie geformuleerd[23]: In 2050 staat Nederland wereldwijd bekend als hét land van de groene chemie. 'Groen' is de algemene aanduiding voor grondstoffen, producten en productieprocessen die zijn gebaseerd op biomassa, en/of milieuvriendelijk en schoon zijn geproduceerd en/of duurzaam zijn in de bredere zin van people en planet (zoals recyclebaarheid, biodiversiteit en de sociale aspecten van productie). Voor de productie van voeding, energie en kunststoffen worden in 2050 voornamelijk groene grondstoffen ingezet. Productieprocessen zijn schoon en efficiënt. Nederland heeft de kennisinfrastructuur, organisatiegraad en logistieke voorzieningen om volledig duurzaam te zijn en een total solution provider te zijn. Direct en indirect heeft de chemie bijgedragen aan de Europese doelen voor energiebesparing en emissiereductie.

De markt

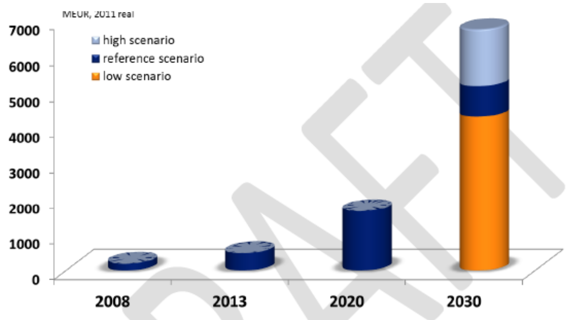
Ambities en doelen is één, maar zijn er ook marktvooruitzichten? Een recente analyse[24] via stakeholderanalyse laat een schatting zien

[23] Innovatiecontract Chemie 2012-2016
[24] Bio-Tic market roadmap, Europabio, 2014 (concept), http://www.industrialbiotech-europe.eu/downloads/

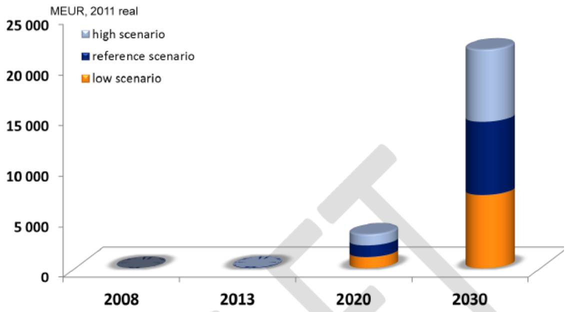
van verschillende markten in de toekomst met een base/worst/best case benadering (Figuur 11). Ruimte lijkt er voldoende te zijn – met forse verschillen tussen de lidstaten.



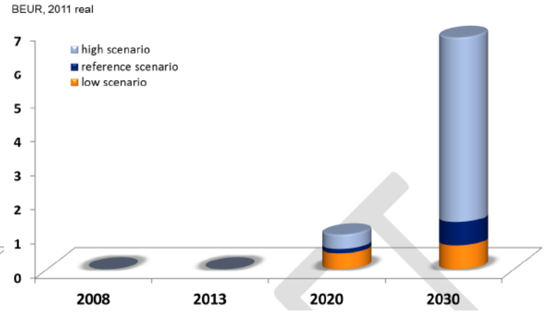
Biochemical Building Blocks



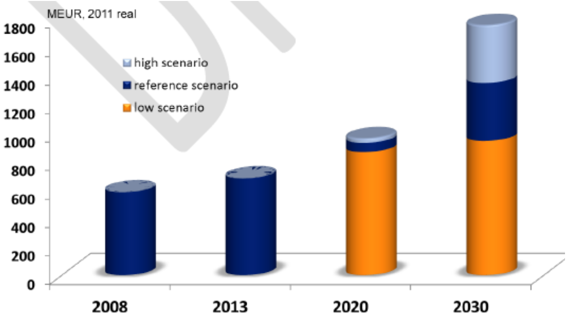
Bioplastics



Biofuels



Bio Jetfuels



Biobased surfactants

Figuur 11 Verwachte markt voor BB products.

Biofuels

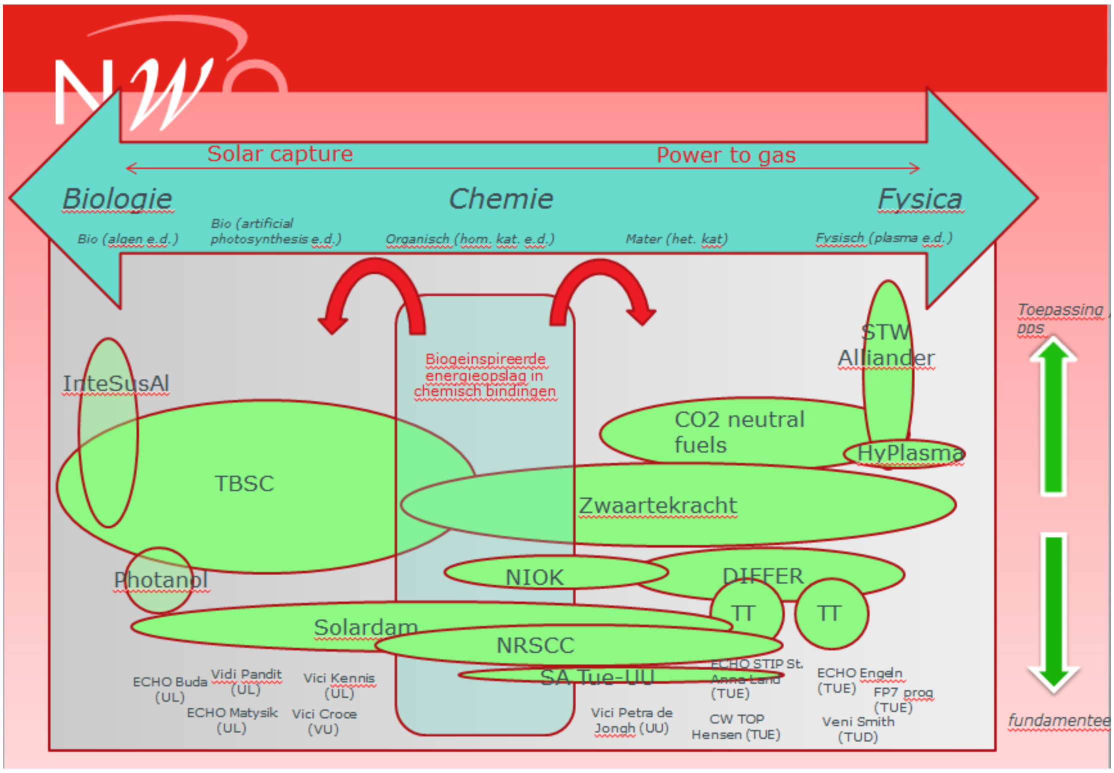
In de afgelopen jaren is aangetoond dat er veilig en duurzaam gevlogen kan worden op biokerosine. Nederlandse bedrijven zoals KLM, Schiphol en SkyNRG spelen hierbij een hoofdrol, mede door biokerosinegebruik te demonstreren op reguliere trajecten.
Een belangrijke doelstelling van "Deelrapport Brandstofvisie Duurzame Luchtvaart" is vertaling van deze wereldwijde ontwikkeling naar de Nederlandse situatie. Het beschouwt drie scenario's (Vandaag, Morgen, Overmorgen) met een verschillende tijdshorizons waarin biobrandstoffen kunnen bijdragen aan een significante vermindering van de uitstoot van broeikasgassen door de luchtvaartindustrie. Het Nederlandse beleidskader hieromtrent is vastgelegd in o.a. de Luchtvaartnota. Voor de scheepvaart is door de SER samen

met het ministerie van I&M de Brandsftofvisie[25] ontwikkeld. Voor martitiem transport worden de Liquefied Natural Gas (LNG) en biobrandstoffen als de voornaamste duurzame oplossingen genoemd, beiden voornamelijk vanwege de compatibiliteit die ze vertonen met de huidige infrastructuur en technieken. De biobrandstof aandelen voor 2030 en 2050 worden ingeschat op respectievelijk 5% en 9%. De aandelen biodiesel en bio-LNG worden voor 2030 ongeveer even groot ingeschat. Voor 2050 wordt verwacht dat de hoeveelheid biodiesel toeneemt en dat de hoeveelheid bio-LNG stabiel blijft. Voor de binnenvaart wordt het aandeel van LNG voor 2030 en 2050 ingeschat op respectievelijk 10% en 15%. Ook wordt een forse groei verwacht van de inzet van bio-LNG en biodiesel. Het aandeel voor beide biobrandstoffen zullen ongeveer gelijk zijn in 2030 (2% biodiesel en 3% bio-LNG) en respectievelijk 14 en11% in 2050.
Het introduceren van alternatieve brandstoffen wordt nog beter gestimuleerd als er ook gebruik gemaakt wordt van opportunity's in andere markten, de zogeheten koppelkansen tussen biobrandstoffen voor wegtransport, aviation en maritiem met ieder hun specifieke eisen. R&D is nodig om deze koppelingen te optimaliseren.

De langere termijn

Voor de langere termijn krijgt de directe conversie en opslag van zonne-energie in chemische bindingen op de wetenschappelijke agenda meer en meer aandacht. Het ziet er naar uit dat de eerste toepassingen van deze nieuwe technologie met een vijf maal zo hoge efficiëntie als de huidige biomassapraktijk op de lange termijn (>12 jaar, TRL 1) tegemoet gezien kunnen worden. Hierop moet een aantal jaren continuïteit van het fundamenteel onderzoek geboden worden (Figuur 12).

[25] http://www.energieakkoordser.nl/nieuws/brandstofvisie.aspx



Figuur 12 Verdeling tussen Biologie, Chemie plus Chemical Engineering en Fysica rondom solar capturing (NWO).

De doelen versus de programmalijnen

De transitie naar een biobased economy wordt begeleid door de grenzen van duurzaamheid, zoals blijkt uit menig rapport. Volgens de SER moet de overheid inzetten op verdere ontwikkeling van de biobased economy, binnen een gemeenschappelijk gedragen proces van verduurzaming[26]. Ook de Commissie Duurzaamheidsvraagstukken Biomassa benadrukt de grenzen van duurzaamheid (door onafhankelijke partijen te verifiëren op basis van een set heldere eisen) en signaleert tegelijkertijd de kansen voor de Nederlandse economie. Het Rathenau Instituut en de Wetenschappelijke en Technologische Commissie voor de BBE zijn dezelfde mening toegedaan. Rathenau[27] stelt dat innovatie de sleutel is, en concludeert dat de optimale waardebenutting van de biomassa (cascadering) leidraad moet zijn in de bio-economie: dat voorkomt conflicten met de wereldvoedselvoorziening. En Rathenau stelt dat nationale lef (het grijpen van kansen) en internationale voorzorg (het verdedigen en toepassen van duurzaamheidscriteria) hand in hand moeten gaan, in lijn met de commissie Corbey[28].
Het TKI-BBE formuleert de volgende doelen in relatie tot de programmalijnen voor 2023 en verder:

---

[26] SER rapport Meer chemie tussen groen en groei: de kansen en dilemma's van een biobased economy

[27] Rathenau rapport Naar de kern van de bio-economie: de duurzame beloftes van biomassa in perspectief

[28] Uitwerking Visie Bio-economie 2030 voor de Commissie Corbey

Tabel 5 Doelstellingen vs programmalijnen TKI-BBE 2023. Doel of programmalijn kwantitatief: percentages; kwalitatief: + of -.

Doel \ Programmalijn	1Thermisch	2 Chemisch kat.	3 Biotechn	4 Solar Capturing
Bioenergie 1TWh/jr	85%	7%	7%	1%
2 biostromen nieuw	+	+	+	-
Pilot cascadering	+	+	+	-
5 BioChemicaliën	5%	40%	40%	5%
5 BioMaterialen	0%	45%	45%	10%
10 produkten in schap	-	+	+	+
18,5 G€ bij BNP	32%	32%	32%	4%
HCA	-	+	+	+
Certificering	+	-	-	-
4550 banen	22%	33%	33%	12%
10% bio mobiliteit	40%	25%	25%	10%

Uiteraard blijft de vraag of er voldoende biomassa beschikbaar is – en hoe duurzaam deze is. De commissie Corbey heeft hiervan een analyse gemaakt:

Hebben die biomassa-producerende landen dat niet zelf nodig dan? Hans Alders, voorzitter RvT TKI-BBE

Tabel 6 Biomassabeschikbaarheid (commissie Corbey)

	2030	2030 (2050)
	vraag (PJ)	**aanbod (EJ, PJ)**
Biobrandstoffen Landgebonden vervoer: Bunkers internat. lucht- en scheepvaart	 50 – 400 30 – 300	
Elektriciteit en warmte	220 – 400	
Chemie en materialen	0 – 200	
TOTAAL excl. bunkers *incl. bunkers*	***270 – 1000*** *300 – 1300*	
Aanbod biomassa in Nederland (2030)		**150 – 400 PJ**
Overschot Europees aanbod (2030)		2.4-13.2 EJ = **2400 – 13200 PJ**
Overschot mondiaal aanbod (2050)		15-35 EJ = **15000 – 35000 PJ**

Duidelijk is dat er voldoende biomassa in de EU beschikbaar is, en dat er globaal weinig problemen lijken te zijn.

9 Het Programma

Het onderzoeksveld van het TKI-BBE is veelomvattend en bevat de gehele keten van biomassa productie, inzameling, opwerking, conversie in verschillende stappen naar een veelheid van eindproducten. De bioraffinage benadering staat hierbij centraal. Bioraffinage van biomassa betekent dat een veelheid aan componenten en energie uit de grondstof wordt verkregen en het systeem zowel ecologisch als economisch geoptimaliseerd. Veel voorbeelden van bioraffinagesystemen zijn beschikbaar (IEA Bioenergy Task 42[29]) of worden ontwikkeld. Valorisatie door bioraffinage van biomassa is daarom het leidende principe binnen de onderzoekslijnen.

Het TKI-BBE heeft ervoor gekozen om het totale onderzoeksveld (zie figuur 12) langs een aantal programmalijnen in te delen. Vanaf 2014 heeft in overleg met het Topteam Energie een herdefinitie van de programmalijnen plaatsgevonden[30], leidend tot de volgende vier nieuwe programmalijnen binnen TKI-BBE:

1. Thermische conversie van biomassa
2. Chemisch katalytische conversietechnologie
3. Biotechnologische conversietechnologie
4. Solar capturing

Leidend principe bij de formulering van de programmalijnen is de waardeketen geweest, van grondstof via conversie tot eindproduct, omdat daarmee deze programmalijnen vergelijkbaar zijn met andere duurzame energie opties binnen de topsector energie. Deze benadering is ook zeer goed toepasbaar indien de waardeketen van grondstof tot materialen wordt beschouwd. Bioraffinage speelt dan een rol binnen deze waardeketens en programmalijnen, maar ook tussen deze programmalijnen en zal integraal in het onderzoek binnen de programmalijn worden meegenomen.

Daarnaast is er gekozen om de focus te leggen op technologieën en niet op biomassastromen of eindproducten. Het is ten slotte onduidelijk welke biomassastromen er beschikbaar zijn in de toekomst en tegen welke prijs. Datzelfde geldt voor de vraag vanuit de markt voor specifieke producten. Door de technologie, en daardoor de kennis, in handen te hebben en deze te ontwikkelen is het mogelijk deze flexibel in te zetten en zullen er ook in de toekomst innovatieve producten de markt op gebracht kunnen worden. Het zijn technologieen die verkocht en geïmplementeerd worden, zodat de beoorgde doelen zoals CO2-reductie behaald worden.

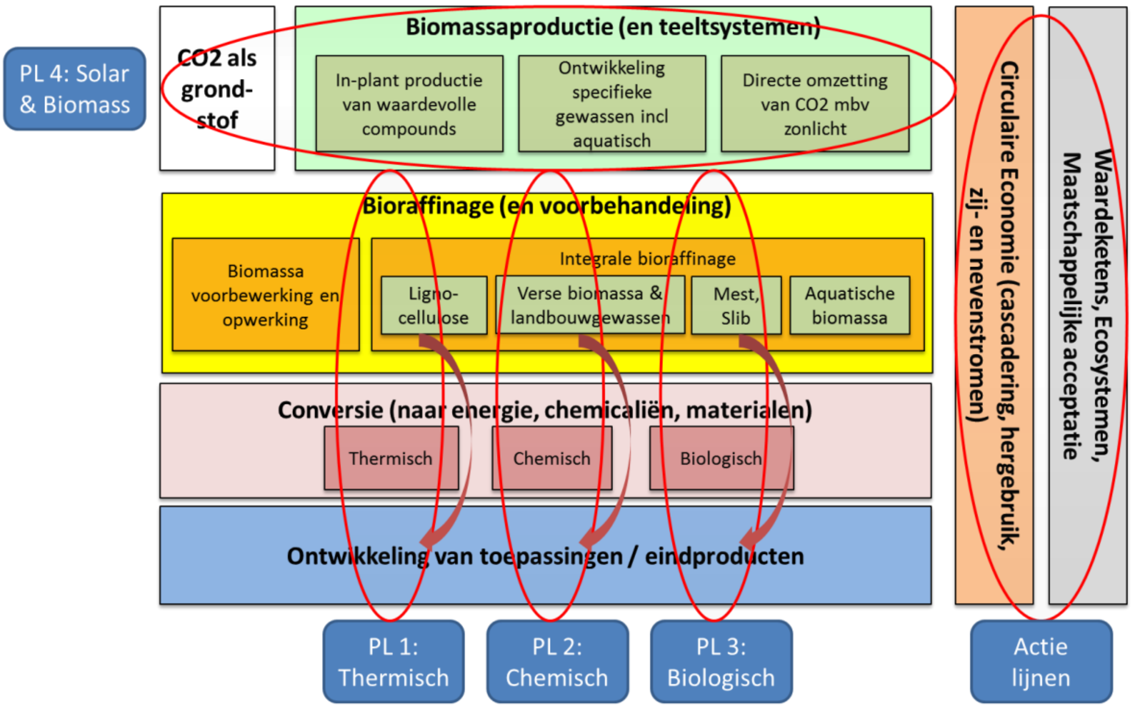
> Geen keuze voor biomassa /waardeketen of eindproduct:
> Te volatiel.

Voor de ontwikkeling van de BBE is het van belang om binnen de BBE te komen tot een goede systeembenadering over de gehele

[29] http://www.iea-bioenergy.task42-biorefineries.com/en/ieabiorefinery.htm

[30] TKI BBE, 2014. TKI Biobased Economy - Aangescherpte programmalijnen. Werkdocument, 12 pp.

waardeketen, waarbij een juiste afweging tussen waardeketens wordt gemaakt (zie ook rapportage ondersteuning formulering onderzoeksagenda van de TO2).
Om deze afweging te realiseren zijn naast deze programmalijnen actielijnen geformuleerd, waarbinnen socio-economische analyses, landgebruik, cascadering, Levens Cyclus Analyses etc. zullen worden uitgevoerd. Hiermee wordt de ontwikkeling en marktintroductie van het totale Biobased Economy systeem gefaciliteerd. Deze actielijnen zullen in nauwe samenhang met, of, voor Energie in, het programma STEM worden uitgevoerd.



Figuur 13 Schematische weergave van het onderzoeksveld BBE, programmalijnen TKI-BBE vergeleken met aanbevelingen TO2 en Groene Groei.

Ten opzichte van de oorspronkelijk programma lijn Solar Capturing, heeft er nu een uitbreiding plaatsgevonden met alle conversies van CO2 en zonlicht naar grondstof, naast molecuul niveau, nu ook op plant of gewas niveau en aquatisch. Daarom zal de nieuwe naam van programmalijn 4 Solar Capturing & biomass production worden.

9.1 Raffinage en thermische conversie van biomassa.

De programmalijn 'Thermische conversie van biomassa' richt zich op technologieën waarmee biomassa bij verhoogde temperatuur, al dan niet in aanwezigheid van zuurstof, wordt omgezet naar:

- Elektriciteit en, of warmte.
- Hoogwaardige energiedragers die geschikt zijn voor de productie van elektriciteit en, of warmte.

Bestaande praktijk die de programmalijn wil veranderen:
Ten opzichte van klassieke fossiele brandstoffen zoals steenkool en aardolie heeft biomassa een aantal nadelen: de energiedichtheid is laag, de houdbaarheid is beperkt en biomassa houdt vocht vast (hygroscopische eigenschappen) waardoor de verbrandingswaarde daalt. Daarnaast zijn veel laagwaardige biomassareststromen op dit moment niet geschikt voor energieproductie, onder andere omdat zij door hoge gehaltes aan alkalimetalen en chloriden leiden tot snelle vervuiling en corrosie van ketels en warmtewisselaars.
Voor kolencentrales wordt nu vooral gebruik gemaakt van schone houtpellets die voor het overgrote deel worden geïmporteerd. Deze kunnen tot 20% met kolen worden bijgestookt. Bij hogere percentages ontstaan problemen met vervuiling en corrosie. De duurzaamheid van deze biomassa staat maatschappelijk ter discussie.
Daarnaast kent Nederland een aantal grote en veel kleine centrales die uitsluitend op biomassa worden gestookt. Hiervoor wordt meestal gebruik gemaakt van houtchips. Dit is –in vergelijking met steenkool- een dure brandstof. De economie van biomassacentrales zou kunnen verbeteren indien laagwaardige reststromen verstookt konden worden, zoals landbouwresiduen en reststromen uit bioraffinage. Dit stuit echter tot nu toe op problemen die vergelijkbaar zijn met die van kolencentrales: vervuiling en corrosie.

Wijze waarop:
Inzet op restromen uit bioraffinage en/of afval ter vervanging van relatief hoogwaardige biomassastromen door:
- Verdichten biomassa door pyrolyse en torrefactie, met als eindproducten pyrolyse-olie en biocoal,
- Laagwaardige biomassa geschikt maken voor energietoepassingen door ontzouting, verdichting en hydrofoob maken,
- Onderzoek beperking corrosie en fouling in verbrandingsinstallaties,
- Onderzoek brandstofadditieven,
- Onderzoek inzetbaarheid (mengsels van) laagwaardige biomassastromen in verbrandingsinstallaties,
- Ontwikkeling van duurzaamheidscriteria,
- Ontwikkeling nieuwe supply chains en downscaled toepassingen, onderzoek naar voorbewerkingstechnieken.

Resultaat 2023:
- Kwalitatief: 6 G€ bij BNP, 4 nieuwe biomassastromen waaronder materialen uit bioraffinage, certificeringssyteem voor biomassa met breed maatschappelijk draagvlak,
- Kostprijsverlaging elektriciteit en warmte uit biomassa tot onder €4/GJ,
- CO2: 850 GWh/jaar, overeenkomend met een CO2-reductie van 625.000 ton/jaar,
- Fte: 1000 banen.

Tijdpad:
- Certificeringssysteem in 2015,
- Demonstratie bijstook 50% houtpellets in 2016,
- In 2018 demonstratie torrefactie en pyrolyse van schoon hout op grote schaal,
- in 2018 eerste kleinschalige demonstratie van torrefactie en pyrolyse laagwaardige reststromen,
- Demonstratie bijstook 2 nieuwe biomassastromen in 2023.

Bedrijven die in Nederland actief zijn:
Topell, Torr-coal, Biolake, Biotortech, Essent, NUON, EON, BTG, HoSt, diverse andere MKB-bedrijven.

Universiteiten en onderzoeksinstituten:
ECN, UT, RUG, DHV Kema.

Samenhang met andere programmalijnen:
- pyrolyseolie kan via chemisch-katalytische weg gedeeltelijk omgezet worden in biobrandstoffen (programmalijn 2),
- getorrificeerd materiaal kan worden vergast, waarna het geproduceerde synthesegas chemisch-katalytisch kan worden omgezet in biobrandstoffen (programmalijn 2),
- Vergassing is ook een thermische conversietechnologie die als aparte programmalijn is opgenomen in TKI Gas.

Programma's:

1. Voorbehandeling

Dit programma omvat torrefactie, pyrolyse en andere voorbehandelingstechnieken om laagwaardige biomassa geschikt te maken voor de opwekking van energie en warmte.
Zwaartepunt Innovatiestap: TRL start: 7, TRL eind: 8.
Risico's/kritische succesfactoren: verhogen rendement, inzet laagwaardige biomassastromen (kostprijsreductie), goede eigenschappen t.a.v. maalbaarheid, houdbaarheid, verbrandingseigenschappen, handling, opslag en logistiek, ontzouting, ontwatering met laag energieverbruik, definitie SMART duurzaamheidscriteria, ontwikkeling nieuwe supply chains en downscaled toepassingen, bewijzen technologie op demoschaal.

2. Bij- en meestoken

Dit programma omvat het geschikt maken van installaties voor hogere percentages bij- en meestook biomassa.
Zwaartepunt Innovatiestap: TRL start: 7, TRL eind: 8.
Risico's/kritische succesfactoren: beperking corrosie en fouling in de verbrandingsinstallatie.

Onderzoeksvragen

In onderstaande Tabel 7 staan onderzoeksvragen die per onderwerp binnen deze programmalijn uitgewerkt kunnen worden. Dezelfde indeling is gebruikt zoals in hoofdstuk 4.5 is geïntroduceerd.

Tabel 7 Onderzoeksvragen programmalijn 1.

Onderwerp	Fundamenteel TRL 1-3	Toegepast TRL 4-6	Valorisatie TRL 7-9
Bio-energie			
Vergisting	Kan de genomica aanpak uit de darm-gezondheid leiden tot een efficiëntiestap in vergisting?	Hoe kunnen bestanddelen uit het digestaat nuttig ingezet worden? (bijv. vezels voor plaatmateria-len) Hoe kan het vergistings-proces van laagwaardigere en goedkopere feedstock geoptimaliseerd worden? Hoe kan de kwaliteit van groen gas verbeterd wor-den zodat het makkelijker bijgemengd kan worden?	Hoe kunnen nutriënten verwaard worden om de business case voor vergisting rendabel te maken?
1a Voorbehandeling: (zie onderstaande vier onderwerpen)			
Pyrolyse	Is het productspec-trum te beïnvloeden dmv katalysatoren of grondstofaanpassing?	Hoe kunnen verontreinigin-gen en ongewenste stoffen uit pyrolyse olie verwijderd worden?	Hoe kan uit laagwaardi-ger biomassa dan schoon hout, bruikbare pyrolyse-olie geprodu-ceerd worden?
Torrefactie		Verbetering homogeniteit, waterafstotende eigen-schappen en fysische stabi-liteit.	Ontwikkeling torrefactie voor niet houtige bio-massa o.a. snoeiresten, oogstresten,riet, gras, etc., moeten eerst voorbehandeld worden. Toepassing in vergas-sing en kleine ketels
Vergassing	-	Wat zijn de risi-co's/kritische succesfacto-ren voor groen gas en synthesegas: voorkomen vorming/condensatie teren, gasreiniging, degradatie katalysatoren. [prog. lijnen TKI gas]	Het opschalen van vergassing om zo in-zicht te krijgen in de business case.
Andere voorbehan-delings- technieken (o.a. wassen, dro-gen, pelleteren)			Uitontwikkeld en toege-past op commercieel schaal.
1b Bij- en meestook	-	-	Verhogen bijstookper-centages met zo be-perkt mogelijk effect op rendement, vervuiling en corrosie, alternatie-ve feedstocks voor houtpellets, toevoegen toeslagstoffen voor beperken vervuiling en corrosie

9.2 Raffinage en chemisch katalytische conversietechnologie.

'Chemisch katalytische conversietechnologie' betreft de ontwikkeling van nieuwe geavanceerde technologieën voor de omzetting van -al dan niet voorbewerkte- biomassa naar groene materialen, chemicaliën en brandstoffen via chemokatalytische routes. Conversieprocessen worden bij voorkeur vooraf gegaan door bioraffinage. Bij bioraffinage worden plantaardige en dierlijke grondstoffen op efficiënte, ecologisch verantwoorde en economische wijze ontrafeld, zodat de volledige potentie van haar inhoudsstoffen benut kan worden. Het streven is daarbij om bestaande functionaliteiten en koolstofskeletstructuren in de moleculen zo veel mogelijk te behouden, eventueel is na de bioraffinage al een product voorhanden. Conversieprocessen worden gevolgd door energie-efficiënte scheidingstechnieken, alsook de ontwikkeling van processen voor eindproducten (bijvoorbeeld polymerisatie en materiaalontwikkeling).

Bestaande praktijk die de programmalijn wil veranderen:
Brandstoffen voor verkeer en vervoer zijn op dit moment nog grotendeels gebaseerd op aardolie. Door Europese en nationale wetgeving (bijmengverplichting) komt de productie van biobrandstoffen voor het wegverkeer langzamerhand op gang. Deze brandstoffen zijn nog grotendeels gebaseerd op eerste generatie grondstoffen zoals suikers en plantaardige oliën en vetten. Voor de luchtvaart is nog geen economisch rendabel duurzaam alternatief voor kerosine voorhanden. De ligninefractie van biomassa kent op dit moment nog geen hoogwaardige toepassing. Er zijn geen commerciële technieken voorhanden om houtachtige biomassa om te zetten naar biobrandstoffen en chemicaliën.

Wijze waarop:
Binnen deze programmalijn wordt onderzoek gedaan naar de omzetting van biomassa en biomassafracties naar verkoopbare eindproducten zoals (transport)brandstoffen, grondstoffen, chemicaliën, elektriciteit en warmte. Processen worden gekarakteriseerd door de fractionering en cascadering van biomassa, gevolgd door de conversie van de verschillende fracties naar brandstoffen en chemicaliën die met minder energie en kleinere CO2-footprint zijn te produceren dan de fossiele alternatieven. De conversie vind plaats met behulp van katalysatoren. Bedrijven en kenninstellingen werken op dit terrein samen in de PPS CatchBio.

Tijdpad:
- 2016: model voor grondige analyse bepalen aantrekkelijke componenten,
- 2018: pilot voor fractionering 2^{e} generatie feedstocks naar suikerstropen,

- 2020: marktintroductie furanic fuels en furanic polymers,
- 2020: pilot voor conversie pyrolyse-olie naar transportbrandstof,
- 2022: pilot kleinschalige productie biobrandstoffen via vergassing,
- 2024: routes naar aromaten uit lignine op pilotschaal aangetoond,
- 2030: commerciële chemicaliën (aromaten) uit pyrolyse-olie en lignine die met minder energie en kleinere CO2-footprint zijn te produceren.

Resultaat:
- Kwalitatief: 6 G€ bij BNP,
- CO2: 70GWh/jaar duurzame energieproductie, staat gelijk aan 52.000 ton CO2-reductie per jaar en 25% bijdrage aan 10% biomobiliteit, overeenkomend met 925.000 ton CO2/jaar,
- Fte: 1500 banen.

Programma's:

3. Verwerking lignocellulose

Onderwerpen:
- fractionering lignocellulose naar cellulose, hemicellulose en lignine,
- valorisatie lignine: kraken lignine, conversie naar aromaten en andere waardevolle componenten,
- conversie van cellulose en hemicellulose naar furanen als bouwstenen voor hoogwaardige transportbrandstoffen en materialen.
- Ontsluiting van waardevolle bouwstenen voor materialen uit reststromen. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan de winning van cellulose en vetzuren uit afvalwater en de winning van vezels uit grassen, om deze in te zetten in bijvoorbeeld de productie van kunststoffen en de vervaardiging van verpakkingsmaterialen.

Zwaartepunt Innovatiestap: TRL start: 3, TRL eind: 7.
Risico's/kritische succesfactoren: Opschaling naar continuproces, voldoende hoge opbrengsten en kwaliteit van de biomassa fracties, adequate solvent recycling, conversiesnelheid en rendement, samenstelling eindproduct, scheiding met laag energieverbruik, katalysator en procesontwikkeling.

4. Conversie van pyrolyse-olie naar biobrandstoffen en chemicaliën

Zwaartepunt Innovatiestap: TRL start: 4, TRL eind: 6.
Risico's/kritische succesfactoren: energie/waterstofgebruik voor stabilisering en opwerking pyrolyse-olie, productkwaliteit, conversierendement, kostprijs ten opzichte van fossiele routes.

5. Productie biobrandstoffen en chemicaliën uit vaste biomassa via vergassing

Zwaartepunt Innovatiestap: TRL start: 4, TRL eind: 6.

Risico's/kritische succesfactoren: voorkomen vorming / condensatie teren, gasreiniging, degradatie katalysatoren.
Onderzoeksvragen:
In onderstaande Tabel 8 staan onderzoeksvragen die per onderwerp binnen deze programmalijn uitgewerkt kunnen worden.

Tabel 8 Onderzoeksvragen programmalijn 2.

Onderwerp	Fundamenteel TRL 1-3	Toegepast TRL 4-6	Valorisatie TRL 7-9
Biobased chemie			
Drop-in	Ontwikkelen van katalysatoren en reactieprocessen voor productie van drop-in bouwstenen.	Opschalen en optimaliseren van productie proces.	Testen van biobased vervangers voor commerciële productie.
Zuren, alcoholen	Welke alternatieve producten zijn voorstelbaar uit platformzuren? Zijn eigenschappen te voorspellen mbv structuuranalyse?	Welke biomassa (reststromen) is geschikt voor een bepaald product? Welke (bio)katalytische route is het beste?	Welke toepassingen in producten en materialen zijn mogelijk? Welke zijn economisch rendabel om opgeschaald te worden?
Aminozuren	Ontwikkelen van chemische reacties voor omzetting naar chemicaliën.	Isolatie, fractionering en functionalisering aminozuren uit biomassa en reststromen. Voor welke toepassingen kunnen de aminozuren gebruikt worden?	Pilot en demo voor raffinage.
Aromaten	Wat zijn de moleculaire eigenschappen en structuren? Welke routes geschikt voor productie aromaten: thermisch, chemisch katalytische? Welke grondstoffen: e.g. koolhydraten, lignocellulose of lignine? Downstream processing met laag energieverbruik.	Verkennen en optimaliseren van routes voor productie uit lignine. Optimaliseren van productie processen uit eerste generatie grondstoffen.	Pilot en demo voor productie.
Andere ringvormige moleculen (e.g. Furanen, isosorbide, caprolactam)	Welke routes geschikt voor productie aromaten: thermisch, chemisch katalytische, welke grondstoffen: lignocellulose, lignine en koolhydraten?	Welke productie routes zijn interessant met lignine en koolhydraten als grondstof? Welke voorbehandeling? Welke katalysatoren?	Zuivering, opschaling, polymerisatie. Pilot en demo voor productie.
Biobrandstoffen (uit thermische en/of chemische voorbehandeling)			
Conversie van pyrolyse-olie naar biobrandstoffen en chemicaliën	Is het productspectrum te beïnvloeden dmv katalysatoren of grondstofaanpassing?	Hoe kan pyrolyse-olie optimaal verwerkt worden tot biobrandstof of materialen? Fractionering en upgrading pyrolyse-olie met laag energieverbruik	Doorontwikkelen naar verschillende type biobrandstoffen.
Productie biobrandstoffen en chemicaliën uit vaste biomassa via vergassing		Optimalisatie vergassingsproces, m.n. de scheiding van chemicaliën in de gasvormige fase, diepe teerreiniging, voorkomen dat katalysator snel deactiveert (iom TKI chemie)	Doorontwikkelen naar verschillende type biobrandstoffen.

Productie bio-brandstoffen uit lignocellulose materiaal	Zijn er additieven die prestaties verbeteren cq emissies sterk verminderen?	Aantonen dat bioraffinage-reststromen geschikt zijn voor scheepvaartbrandstof.	Doorontwikkelen naar verschillende type bio-brandstoffen.

9.3 Raffinage en biotechnologische conversietechnologie.

'Biotechnologische conversietechnologie' betreft ontwikkeling van nieuwe geavanceerde technologieën voor de omzetting van -al dan niet voorbewerkte- tweede generatie biomassa naar groene materialen, chemicaliën en brandstoffen via biotechnologische routes (met aandacht voor biotechnologie/genomics). Conversieprocessen worden bij voorkeur vooraf gegaan door bioraffinage. Bij bioraffinage worden plantaardige en dierlijke grondstoffen op efficiënte, ecologisch verantwoorde en economische wijze ontrafeld, zodat de volledige potentie van haar inhoudsstoffen benut kan worden. Het streven is daarbij om bestaande functionaliteiten en koolstofskeletstructuren in de moleculen zo veel mogelijk te behouden, eventueel is na de bioraffinage al een product voorhanden. Conversieprocessen worden gevolgd door energie-efficiënte scheidingstechnieken, alsook de ontwikkeling van processen voor eindproducten (bijvoorbeeld polymerisatie en materiaalontwikkeling).

Bestaande praktijk die de programmalijn wil veranderen:
Brandstoffen voor verkeer en vervoer zijn op dit moment nog grotendeels gebaseerd op aardolie. Door Europese en nationale wetgeving (bijmengverplichting) komt de productie van biobrandstoffen voor het wegverkeer langzamerhand op gang. Deze brandstoffen zijn nog grotendeels gebaseerd op eerste generatie grondstoffen zoals suikers en plantaardige oliën en vetten. Voor de luchtvaart is nog geen economisch rendabel duurzaam alternatief voor kerosine voorhanden. Huidige routes naar brandstoffen, chemicaliën en polymeren verlopen vaak bij hoge temperatuur en druk en zijn daarom energie-intensief. Productieprocessen voor twee generatie biobrandstoffen uit lignocellulose zijn in ontwikkeling maar halen vooralsnog een laag conversierendement.

Wijze waarop:
Binnen deze programmalijn wordt onderzoek gedaan naar de omzetting van biomassa en biomassafracties naar verkoopbare eindproducten zoals (transport)brandstoffen, elektriciteit, warmte, grondstoffen en chemicaliën. Biotechnologische processen verlopen bij lage (doorgaans atmosferische) druk en lage temperaturen, waardoor een belangrijke energiebesparing ten opzichte van fossiele routes kan worden bereikt. De uitdagingen zijn gelegen in het ontsluiten van de suikers via voorbehandeling en hydrolyse en de biologische omzetting van C5 en C6-suikers met hoog rendement naar

alcoholen en aanverwante eindproducten. Bedrijven en kenninstellingen werken op dit terrein samen in de PPS BE-Basic.

Resultaat:
- Kwalitatief: 6 G€ bij BNP,
- CO2: 70GWh/jaar duurzame energieproductie, staat gelijk aan 52.000 ton CO2-reductie per jaar en 25% bijdrage aan 10% biomobiliteit, overeenkomend met 925.000 ton CO2/jaar,
- Fte: 1500 banen.

Tijdpad:
- 2018: voor NL aantrekkelijke route naar tweede generatie alcoholen aangetoond,
- 2022 voor NL aantrekkelijke route naar brandstoffen voor de luchtvaart aangetoond.

Samenhang met andere programmalijnen:
- Solar capturing (programmalijn 4) kan ook plaatsvinden met gebruik van micro-organismen.

Programma's:

6. Biotechnologische conversietechnologie

Zwaartepunt Innovatiestap: TRL start: 4, TRL eind: 6.
Risico's/kritische succesfactoren: voorbehandeling en ontsluiting, conversierendement, zuivering met laag energieverbruik, concurrentiepositie ten opzichte van fossiele routes naar deze producten.

Onderzoeksvragen
In onderstaande Tabel 9 staan onderzoeksvragen die per onderwerp binnen deze programmalijn uitgewerkt kunnen worden.

Tabel 9 Onderzoeksvragen programmalijn 3.

Onderwerp	Fundamenteel TRL 1-3	Toegepast TRL 4-6	Valorisatie TRL 7-9
Bioraffinage			
Gras- en andere groene biomassa raffinage		Optimaliseren raffinage van heterogene grondstofstromen. Functionalisering van verkregen fracties.	Pilot / demo voor raffinage. Markttoepassingen voor fracties.
Bioraffinage algemeen		Welke biomassa (reststromen) is geschikt voor een bepaald product? Als nodig, welke (bio) katalytische route is het beste?	Aansluitingen bij bestaande productieketens en ontwikkelen van nieuwe ketens.
Eiwitscheiding en raffinage	Zijn er nieuwe laag-energetische scheidingen denkbaar?	Optimalisering scheiding uit diverse bronnen. Hydrolyse en scheiding tot aminozuren.	Toepassingen voor voeding en veevoer.

Lignine uit houtraffinage		Welke voorbehandeling is het meest geschikt bij een bepaalde product? Optimaliseren van voorbewerkingsprocessen.	Hoogwaardige toepassingen ontwikkelen voor lignine.
Verwerking lignocellulose	Zijn er nieuwe laag-energetische scheidingen denkbaar (e.g. deep eutectic solvents)? Welke routes zijn denkbaar voor de productie van diolen?	Scheidingstechnologie voor lignocellulose grondstoffen en reststromen. Welke voorbehandlingsmethode is het meest geschikt voor bepaalde value chain? Welke value chains met lignocellulose als feedstock kunnen gerealiseerd worden? Optimaliseren van scheiding in fracties.	Welke aansluitingen zijn er met chemie en energie? Welke geïntegreerde bioraffinage business cases zijn mogelijk na fractionering?
Nanocellulose	Is de relatie proces / functie / structuur voldoende bekend?	Optimaliseren proces voor productie van nanocellulose. Voor welke producten en toepassingen kan het gebruikt worden? Wat zijn de verkregen eigenschappen en structuren?	Opschalen productie. Opschalen van toepassingen in producten voor commerciële doeleinden.
Verwaarding reststromen uit rioolslib (o.a. PHA, alginaat)	Selectie en ontwikkeling van bacterie stammen voor afvalwaterzuivering.	Welke applicaties zijn er voor de diverse PHA's? Bewerking tot product/materiaal. Procesoptimalisatie voor extractie van PHA uit bacterie. Aansluiting met vetzuur productie uit biomassa.	Pilots en demo raffinage faciliteiten.
Vetzuren uit reststromen	Optimaliseren van scheidingsproces.	Welke reststromen bevatten welke vetzuren en in welke samenstelling? Welke materialen en platformchemicaliën zijn mogelijk?	Toepassen van verkregen vetzuren in bestaande ketens. Demo en pilots voor scheiding.
Planteninhoudsstoffen farma	Vorm te geven met topsector T&U	Welke medisch interessante stoffen en nutriënten kunnen gehaald worden uit planten en gewassen? Functionaliseren van fractie na raffinage voor farmaceutische toepassingen.	Optimaliseren van raffinage proces.
Planteninhoudsstoffen 'chemie''		Welke interessante stoffen en nutriënten kunnen gehaald worden uit planten en gewassen? Optimaliseren van de raffinage proces en functionaliseren van stoffen.	
Biobased materialen			
Drop in		Bewijs naar pilot schaal dat business cases ontwikkeld kunnen worden.	Testen van biobased vervangers voor commerciële productie.
Produkten uit fermentatieve monomeren (hydroxyzuren e.g. PLA of PHA)	Zijn de produkteigenschappen van het polymeer voorspelbaar adhv procesparameters, stabiliteitsverhogingen haalbaar?	Verhogen stabiliteit bij hoge temperatuur. Optimalisatie en kosten efficiënt productie uit andere bronnen zoals lignocellulose. Bewerking in producten en materialen.	Fabricage van nieuwe producten / materialen
Biobitumen uit lignine, hout, of koolhydraten		Wat zijn de structuren en eigenschappen? Welke toepassingen zijn mogelijk?	
Verf en coatings	Zijn eigenschappen, structuren irt de toepassing voorspelbaar en controleerbaar?	Wat zijn de eigenschappen, structuren en waarvoor kan het toegepast worden? Uit Welke bronnen kan het verkregen worden? Optimaliseren van productie.	Uittesten en ontwikkelen van biobased varianten.

Smeermiddelen	Zijn eigenschappen, structuren irt de toepassing voorspelbaar en controleerbaar?	Wat zijn de eigenschappen, structuren en waarvoor kan het toegepast worden? Uit welke bronnen kan het verkregen worden? Optimaliseren van productie.	Uittesten en ontwikkelen van biobased varianten.
Vezelversterkte materialen (o.a. composieten, beton)	Zijn eigenschappen, structuren irt de toepassing voorspelbaar en controleerbaar?	Wat zijn de eigenschappen, structuren van natuurlijke vezels en waarvoor kan het toegepast worden? Uit Welke bronnen kunnen vezels verkregen worden? Optimaliseren van productie. Lange termijn eigenschappen, zoals vochtbestendigheid.	Uittesten en ontwikkelen van biobased varianten. Toepassingen sectoren als bouw, auto-industrie, design, textiel.
Biobrandstoffen (biotechnologisch)			
2e generatie bio-ethanol		Robuustere micro-organismen m.n. alcoholtolerantie, betere conversie C5-suikers. Optimaliseren en fractioneren van cellulose uit biomassa.	-
1e generatie bio-ethanol	-	Opwaardering DDGS stroom naar feed toepassing.	Productie uitontwikkeld en commercieel beschikbaar.
Rijden op groen gas	-	Zuivering, ontstoffing en ontzwaveling.	
Scheepsvaart brandstof	Onderzoek naar diverse grondstoffen, routes en platformmoleculen	Procesontwerp, Testen van diverse biobrandstoffen in scheepsmotoren.	
1e generatie biodiesel			Uitontwikkeld en commerciële productie draait
Biokerosine	Onderzoek naar diverse grondstoffen, routes en platformmoleculen	Procesontwerp, voornamelijk via fermentatie.	Testen in vliegtuigmotoren.

9.4 Solar Capturing & biomass production.

Solar Capturing & biomass production omvat teelt, veredeling en de directe omzetting van CO2 en zonlicht in een scala aan eindproducten, in micro-organismen of via chemokatalytische processen. Bij Solar Capturing gaat het in essentie om het direct (met zonne-energie of warmte als input) of indirect (met op duurzame wijze opgewekte electiciteit als input) opslaan van zonne-energie in chemische bindingen van een, afhankelijk van de gekozen benadering, breed spectrum aan verbindingen met een koolstofskelet die interessant zijn vanuit economisch perspectief. Veelal starten de omzettingen met koolstofdioxide en water als input en dit draagt bij aan het sluiten van de koolstofcyclus. Een uitgebreide rationale staat in bijlage 3.

Bestaande praktijk die de programmalijn wil veranderen:

In de huidige situatie wordt vooral biomassa afkomstig uit planten gebruikt voor de productie van energie en energiedragers. Planten zetten zonlicht met CO2 via de fotosynthese om in enkelvoudige suikers, (hemi)cellulose, lignine en andere verbindingen. Om plan-

tendelen geschikt te maken voor energietoepassingen moeten deze lange koolstofketens weer worden afgebroken tot 'kleine' moleculen zoals ethanol en methaan. Hiermee gaat een deel van de ingevangen koolstof verloren als CO_2 en gaat ook een deel van de ingevangen zonne-energie verloren. Algen, wieren en andere micro-organismen zijn in staat om CO_2 en zonlicht rechtstreeks, in één stap, om te zetten in een scala aan eindproducten. Deze producten worden soms opgeslagen in de cel, soms uitgescheiden. De teelt van algen vind tot nu toe op kleine schaal plaats door enkele partijen en richt zich met name op nichetoepassingen (voedingssupplementen). In de regel worden de algen in zijn geheel geoogst en geconserveerd. De teelt en gebruik van zeewier staat in Nederland nog in de kinderschoenen. In het buitenland vindt teelt al op grotere schaal plaats, met name in Korea en Japan, als voedingsmiddel. Daarnaast dient de mobilisatie van inlandse biomassa verder te worden geëxploreerd.

Wijze waarop:
Zonne-energie direct opslaan in chemische bindingen voor energiegebruik voor mobiliteit, productie van platformchemicaliën en back-up voor fluctuaties in beschikbaarheid van elektriciteit. Zonlicht wordt via chemokatalytische en bio-katalytische processen rechtstreeks omgezet naar eindproducten, zoals 'solar fuels'. Raffinage van de algen, met focus op winning van de oliefractie en eiwitfractie. Verkenning van de mogelijkheden om in Nederland zeewieren te raffineren en de aanwezige suikers te gebruiken als grondstof voor onder andere transportbrandstoffen. Onderzoek naar de rechtstreekse productie van fuels en chemicaliën is ondergebracht in de PPS 'biosolar cells'. In Nederland is er één kleine pilot: Photanol, een spin off van de Universiteit Amsterdam, heeft in een kas een proefopstelling staan voor de productie van o.a. melkzuur uit zonlicht met behulp van gemodificeerde cyanobacteriën. Bedrijven en kenninstellingen werken op dit terrein samen in de PPS Biosolar Cells. Bedrijven en kenninstellingen werken op het terrein van micro-algen samen in de PPS Algae Parc. Rondom ECN is een cluster met bedrijven en kennisinstituten gevormd op het gebied van macro-algen (Wieren).

Resultaat:
- Kwalitatief: Lange termijn onderzoek om inzicht te krijgen in de mogelijkheden van de realisatie van de visie om rechtstreeks CO_2 om te zetten in platformmoleculen, demonstratie raffinage van algen op pilotschaal,
- Kwalitatief: CO_2: 10GWh/jaar duurzame energieproductie, staat gelijk aan 7.000 ton CO_2-reductie per jaar,
- Fte: 550, de sector kan zich ontwikkelen tot een omvang die vergelijkbaar is met de huidige tuinbouwsector.

Tijdpad:
- 2018: demonstratie algenraffinage op pilotschaal,
- 2020: eerste pilot wierenraffinage,
- Biosolar cells: lange termijn onderzoek om inzicht te krijgen in de mogelijkheden van de realisatie van de visie om rechtstreeks CO2 om te zetten in platformmoleculen.

Programma's:

7. Biosolar cells

Dit omvat de rechtstreekse omzetting van CO2 (of H2O) en zonlicht via te produceren katalysatoren naar verbindingen die geschikt zijn als brandstof en/of grondstof voor de productie van chemicaliën en materialen.
Zwaartepunt Innovatiestap: TRL start: 1-4, TRL eind: 6.
Risico's/kritische succesfactoren: Conversierendement, winnen van eindproducten met laag energieverbruik, opschaling, investeringskosten versus opbrengsten. Het programma wordt samen met universitaire groepen en NWO (en DIFFER) in 2014 en 2015 gebouwd.

8. Aquatische plantaardige bronnen

Dit betreft de raffinage van algen en wieren om waardevolle componenten te isoleren die geschikt zijn voor hoogwaardige toepassingen.
Zwaartepunt Innovatiestap: TRL start: 1, TRL eind: 3.
Risico's/kritische succesfactoren: Energieverbruik, opbrengst, haalbare suikerconcentraties, conversierendement, investeringskosten versus opbrengsten.

9. Genen en gewassen voor groene grondstoffen

Deze programmalijn is gericht op gewassen die hoogwaardige chemie- en energiegrondstoffen leveren. Dit programma valt strikt genomen niet onder solar capturing dat zich immers op de korte route van zon zonder opslag in de plant richt, en valt volledig onder thema 1 van de Topsector Agrifood. De sector Tuinbouw richt zich hierop met het Kenniscentrum Planteninhoudstoffen.
Via de route via planten kunnen we nieuwe markten voor de agrosector ontsluiten en een groene grondstofvoorziening voor o.a. chemie realiseren. Projecten binnen deze lijn zijn fundamenteel of toegepast van aard en gericht op de volgende doelen:
- Domesticeren van nog niet eerder gecultiveerde gewassen (bijvoorbeeld voor unieke oliën, natuurrubber, vezels voor papier en textiel, eiwit en energie);
- Aanpassen van bestaande raffinagegewassen voor de nieuwe 'biobased' toepassingen (b.v. suikerbiet, aardappel of houtachtigen en vezelgewassen);
- Ontwikkelen en inbouwen van nieuwe eigenschappen, zoals genen die coderen voor specifieke hoogwaardige inhoudsstoffen;

- Verhogen van de opbrengst van planten door een verhoogde fotosynthese-capaciteit;
- Ontwikkelen van fundamentele (genoom)kennis over eigenschappen van planten, wieren en algen, die essentieel zijn voor het welslagen van de eerste vierdoelen.

Onderzoeksvragen

In onderstaande Tabel 10 staan onderzoeksvragen die per onderwerp binnen deze programmalijn uitgewerkt kunnen worden.

Tabel 10 Onderzoeksvragen programmalijn 4.

Onderwerp	Fundamenteel TRL 1-3	Toegepast TRL 4-6	Valorisatie TRL 7-9
4a Biosolar cells			
Kunstmatige fotosynthese / solar waterstof	Fotosynthese proces ontrafelen. Ontwikkelen van processen met hoge foto-efficiëntie.	Prototype ontwikkelen van kunstmatig blad.	
Algen (heterotroof en fototroof, raffinage)	Ontwikkelen en identificeren van nieuwe soorten alg en interessante metabolieten. 'Omics' analysetechnieken en genetische modificaties.	Welke inhoudsstoffen kunnen gemaakt worden uit welke soort alg? Raffinage proces optimaliseren. Kostenreductie van algen productie. Energiezuinig oogsten én raffineren.	Markt toepassingen van inhoudsstoffen. Raffinage en scheiding
Heterogene katalyse	Ontwikkel bio-geïnspireerde responsieve matrices. Hoe werkt het katalyse/halfgeleider grensvlak? Nieuwe foto-anodes en kathodes nodig. Ontkoppel charge generation, scheiding en transport in artificial leaves (Nano?) Fluctuerende condities bij katalyse (intermittency).	Solar water splitting devices.	-
Energie-opslag in energierijke moleculen	Kostenreductie electrolyse in P2G via synthese nieuwe materialen (e.g. polymeermembranen) en nieuwe concepten (e.g. heat-integration en co-electrolyse bij high pressure solid oxide electrolysis)	-	-
Photanol-technologie	Ontwikkelen van nieuwe cyanobacterien door middel van synthetische biologie.	Verhogen productie, downstream processing. Identificeren verbindingen met hoge toegevoegde waarde (bijvoorbeeld terpenen) die via deze route gemaakt kunnen worden.	Opschaling voor commerciële toepassingen
Overige aquatische biomassa			

Zeewier	Identificatie en ontwikkeling van nieuwe soorten, omics en modificaties.	Welke producten en toepassingen zijn er? Wat is de meest geschikte conversie technologie? Verhogen van productiviteit en groei-optimalisatie. Bioraffinage.	Opzetten van teelt faciliteiten. Markt toepassingen van producten na bioraffinage.
Overig (e.g. Eendenkroos, azolla)	Modificatie/veredeling voor hogere opbrengst.	Bioraffinage. Welke applicaties zijn er voor de verkregen eiwit, suiker en vezel fractie?	Teelt faciliteiten. Markttoepassingen van fracties na bioraffinage.
Overige biomassaproductie			
Oliën / vetten (zoals palmolie, soja, etc.)	Vetzuurscheiding.	Building blocks voor hoogwaardige chemicals. Aansluiting bij eiwitten (eiwit/oliegewassen).	Inbedding in geïntegreerde bioraffinageconcepten.
Koolhydraten (zoals suikerbieten)	Structuuranalyse. Structuur/functie-relaties. Koolhydraatfunctionaliteit. Biotechnologische en chemo-enzymatische conversie: niet alleen nieuwe moleculen met extra functionaliteit t.o.v. fossiele variant, maar ook in een keer omzetting naar gewenste molecuul.	Ontsluitings-, voorbehandelings-, scheidings- en fractioneringstechnologieen (minder energie, decentraal, verlenging beschikbaarheid). Functionalisering d.m.v.(bio) chemische en fysische modificaties.	Implementatie koolhydraatbouwstenen voor chemicaliën en materialen. Nieuwe product-marktcombinaties. Inbedding in geïntegreerde bioraffinageconcepten.
Vezelgewassen (zoals miscanthus, hennep)		Verhogen biomassa (in droge stof) per hectare. Verwerking in nieuwe producten met nieuwe eigenschappen.	Op welke terreinen kan het gewas beplant worden zodat het ook een ecologisch effect kan hebben? (bijv. CO2-afvangen, weghouden van diersoorten).
Veredeling	Verhogen van efficientie fotosynthese.	Toepassen van omics technieken voor verkrijgen van betere gewassen (groei, resistentie, product vorming etc.). Selectie van haalbare soorten	Testen van nieuwe soorten tbv marktintroductie.

9.5 Actielijnen BBE: samenwerking als ambitie

Een apart deel van de onderwerpenmatrix gaat over actielijnen. Dit omvat de oude programmalijnen 'Economie, beleid en duurzaamheid' uit het IC 2012-2016, en 'Innoveren van kennisoverdracht'. Deze onderwerpen zijn niet toe te delen aan één van bovenstaande specifieke programmalijnen.

Tabel 11 Onderzoeksvragen Actielijnen BBE

Onderwerp	Fundamenteel	Toegepast	Valorisatie
Ecosysteembenadering en maatschappelijke waardering			
markt en consument (design)	Wat zijn de drivers voor gedragsverandering van consumenten?	Hoe kun je biobased producten positioneren in de (duurzame) markt. Kennis ontwikkelen over duurzaamheid van biobased	Toepassingsmogelijkheden van biobased materialen in verschillende sectoren.

		producten.	
duurzaamheid	Wat zijn de drivers voor gedragsverandering van consumenten?	Onderzoek is nodig bij de grenswaarden van o.a. biodiversiteit, bodemkwaliteit e.a. duurzaamheidscriteria.	Hoe kan op meest efficiënte en effectieve wijze duurzaamheid geïmplementeerd worden in biomassaproductie en gebruik. LCA's van biobased productie ketens.
Sociaal-economische analyses tbv beleidskeuzes	-	Doorrekenen en ontwerpen van productieketens.	
Logistiek		Ontwikkelen van logistieke concepten en inpassen in regionale infrastructuur.	
Wet- en regelgeving		Ontwikkelen LCA's voor bepaling van CO_2 reductie bij biobased productie.	Langs welke regelgeving kunnen biobased producten bijdragen aan de CO_2 reductie en via wetgeving daartoe gestimuleerd worden.
Innoveren van kennisoverdracht naar verschillende doelgroepen			
	-	Ontwerpen van open leeromgevingen gericht op functioneren op de arbeidsmarkt, waarin kennis, ontmoetingen met praktijksituaties en ICT instrumenten in onderlinge interactie een plaats hebben.	Hoe kunnen CoEs en lectoraten in het HBO bijdragen aan het implementeren van innovatieve open leeromgevingen, waarbinnen regionale kennis-, innovatie- en opleidingsvragen leidend zijn. Hoe kunnen hierbij bruggen geslagen worden tussen het HBO (CoEs) en MBO (CIVs).

Maatschappelijke en Economische Verkenningen

Vanwege de dynamiek in de biobased ontwikkeling heeft het TKI-BBE opdracht gegeven voor een nieuwe macro economische verkenning (MEV II). De project coördinatie is momenteel in handen van het WUR-LEI te Den Haag.
Doelstellingen van deze MEV-II:

- Het inzichtelijk maken van de macro-economische effecten en van de grootschalige toepassing van biomassa voor verschillende toepassingen (elektriciteit, warmte, biobrandstoffen, chemicalien) in Nederland tot 2030 en gerelateerde duurzaamheidsaspecten.
- Inzicht te geven in de technologische ontwikkelingen van de belangrijkste routes om energie en chemicaliën te produceren waaronder veranderingen in fossiele routes, CO_2 afvang en opslag en alternatieve vormen van hernieuwbare energie (bv. wind, zon).
- Het inzichtelijk maken van macro-economische ontwikkelingen op regionaal niveau als het gevolg van de opkomende biobased economie in Nederland

- Het inzichtelijk maken van biomassa export naar Nederland en de gerelateerde duurzaamheidsaspecten van de productie in exporterende landen.

Het project zal voor de zomer van 2015 de eerste resultaten opleveren en eind 2015 worden afgerond. De verkenning is van belang om de economische effecten te kunnen beoordelen van snelheid van technologieontwikkeling, en de beleidsveranderingen in biomassa importen en energie en klimaat beleid. Het uitvoeren van verkenningen naar de economische en duurzaamheidsaspecten van de biobased economy zal afhankelijk van de actuele vragen worden uitgezet.

Maatschappelijke waardering

Naast de uitdagingen op het gebied van R&D is er nog een ander aspect wat essentieel is voor de transitie naar een Biobased Economy: maatschappelijke waardering van BBE producten. De commissie Corbey heeft sinds 2009 de opdracht om een forum te bieden voor maatschappelijke discussie op het gebied van biomassa en duurzaamheid. Er is echter een grotere maatschappelijke waardering en vraag vanuit de maatschappij nodig voor de transitie naar BBE.

Er vindt een maatschappelijke kanteling plaats naar een samenleving met meer aandacht voor kwaliteit en betrokkenheid. Dat is belangrijk, want technologische innovatie is niet voldoende om de transitie naar een Biobased te voltooien. Dit vraagt niet alleen maatschappelijk draagvlak, maar ook gedragsverandering bij consumenten en producenten. Juist instituties (normen en waarden, wet- en regelgeving) en sociale innovaties zullen doorslaggevend zijn.[31]

Er is dan ook aandacht voor deze maatschappelijke factoren binnen regelingen vanuit de overheid. Binnen de topsector Energie draait het STEM programma wat zich focust op niet-technologische innovatie uitdagingen. Projecten die hieruit voortgekomen zijn, zijn gericht op verkrijgen van inzicht in het effect van sociale prikkels op energiegebruik, de behoeftes van consumenten en hoe bottom-up projecten opgeschaald kunnen worden. Deze projecten zijn gericht op de energiesector, maar er zijn ook zeker lessen uit te halen voor de gehele BBE. Via het programma Maatschappelijk Verantwoord Innoveren van NWO-Geesteswetenschappen wordt er onderzoek gedaan naar maatschappelijke factoren zodat duurzame productie van bijvoorbeeld voedsel en energie meer gewaardeerd wordt. Voor de volle breedte van de biobased economy is deze maatschappelijke waardering zeer belangrijk. Er lijkt behoefte te zijn aan een 'micro-economische' verkenning: om het MKB zijn dynamische rol te laten

[31]Ganzevles, J. & R. Van Est (red.) (2011). Energie in 2030. Maatschappelijke keuzes van nu. Boxtel: Aeneas. Rotmans, J. (2012). In het Oog van de Vulkaan. Nederland in Transitie. Boxtel: Aeneas.

vervullen is een inzicht in de opbouw van Unique Selling Proposi-tions of Waardeproposities naar de consument essentieel.
De applicatie Biobased Huis op de website van biobasedeconomy.nl is een eerste stap in het zichtbaar maken van de BBE. Met behulp van deze infographic kunnen consumenten zien welke biobased producten nu al op de markt verkrijgbaar zijn. Overheden kunnen hierin tot voorbeeld zijn door biobased in te kopen. Het Expertise-centrum Aanbesteden PIANOo besteedt hier aandacht aan en advi-seert overheidsinkopers in biobased inkopen. Normering en certifi-cering van Biobased producten is dan wel van groot belang.

10 De Middelen, De Mensen en de Regels

10.1 Investering Onderzoek en Innovatie

Wat is nu een realistisch budget (zowel aan de publieke als aan de private kant)? Hiervoor is de volgende aanpak ontwikkeld: er zijn doelstellingen (hoofdstuk 8). Vanuit deze doelen kan met een vuist-regel de totale investering tot en met fabriek of centrale worden berekend. Om daar te komen (en dat is uiteraard een einddoel) wordt een percentage van die investering ge-zien als R&I uitgave. Deze kan worden terug-gerekend met een bepaalde verhouding naar de verschillende TRL blokken. Vervolgens kan via het OO&I steunkader worden aangegeven wat de publieke en wat de private R&I inspanningen zullen zijn.

Budget wordt bere-kend vanuit de doelen via de uiteindelijke investering terug naar benodigde middelen voor de drie TRL-blokken.

Uitgangspunten:

- Gemiddeld wordt gerekend dat voor 100 kton biomassa een in-vesteringsvolume van 100 M€ benodigd is voor een full-scale fa-briek (is 1000 € / ton);
- Voor materialen / biochemicaliën toepassingen geldt een factor 2 op upstream / downstream investeringen;
- Berekeningen gelden tot en met een pilot-plant of flagship / first-of-a-series, hiervan wordt een percentage genomen van de full-scale investeringen;
- Om op dit punt te komen wordt voor onderzoek over de gegroe-peerde TRL's een verdeelsleutel gezet;
- Er wordt gecorrigeerd voor de slaagkans van projecten (zit een programmalijn overwegend in hoge TRL's dan zal de slaagkans van een afgeleid project in lage TRL's een hogere slaagkans heb-ben);
- Er wordt gerekend met droge en natte biomassa (18 of 9 GJ/ton);
- De verdeling over publiek en privaat komt overeen met het OO&I Europese Steunkader (90% - 60% - 25% publiek over de 3 TRL blokken).

Tabel 12 Budgetbehoefte uitgaand van de doelstelling per programmalijn.

							----- TRL 1-3 -----			----- TRL 4-6 -----			----- TRL 7-8 -----			
	Doel	Hout	Massa	Invest	R&D	R&D	SR	Deel	Budget	SR	Deel	Budget	SR	Deel	Budget	Totaal
PL	GWh/jr	MJ/ton	ton/jr	M€	%	M€	-	-	M€	-	-	M€	-	-	M€	M€
1	850	18000	485714	486	5	24	0.5	0.01	0.5	0.3	0.39	31.2	0.5	0.6	28.8	60.5
2	70	9000	80000	240	25	60	0.1	0.05	30	0.3	0.35	70	0.5	0.6	72	172
3	70	9000	80000	240	25	60	0.1	0.05	30	0.3	0.35	70	0.5	0.6	72	172
4	10	9000	11429	34	40	14	0.1	0.4	56	0.3	0.4	18.7	0.5	0.2	5.6	80.3
				1000		158			116.5			189.9			178.4	484.8
					Waarvan Publiek				104.85			113.94			44.6	263.39
					Waarvan Privaat				11.65			75.96			133.8	221.41

De totale budgetbehoefte blijkt 485 M€ over de periode 2015-2023, waarvan 263 publiek en 221 privaat. Dit is exclusief de actielijnen, waarvoor 1 M€ per jaar een reëel budget is.

Met de open consultatie tot 4 april 2015 is tevens een oproep gedaan aan private partijen om Letters of Intent af te geven. Inmiddels is vanuit de ondernemers (grote bedrijven, en opvallend veel MKB) een committment afgegeven van 407 miljoen euro. Na een reality check is dat nog altijd 278 miljoen euro. De conclusie is dan ook dat elke publieke euro dus worden gecofinancierd door private partijen.

10.2 Rol van de Onderzoeksinstituten:

Aan de Onderzoeksinstituten is gevraagd na te gaan, welke onderzoeksagenda ze zelf hebben en hoe ze bij kunnen dragen aan het Biobased onderzoek in Nederland[32]. Binnen deze integrale onderzoeksagenda is de complementariteit op technologie-niveau in belangrijke mate het gevolg van een toenemende focussering/specialisatie op (unieke) speerpunten en technologieën. Deze focussering is nodig om bij een toenemende globalisering van de R&D een sterke rol te kunnen blijven spelen. De focussering is bovendien sterk industrie-gedreven, want de TO2 instituten zijn voor een substantieel deel afhankelijk van private financiering en ook bij publieke financiering is industriële participatie meestal een vereiste. Binnen BBE vormt het toegepast onderzoek een belangrijke schakel naar valorisatie.

De focusgebieden van de drie TO2 instituten kunnen als volgt worden samengevat:

- ECN: thermochemische conversie (biomassaopwerking, verbranding, vergassing, pyrolyse, fractionering, chemo-katalytische processing, resource-efficiency), accent op energie + coproductie chemicaliën/materialen, focus op milieu-impact biomassa inzet, economische studies en beleidsondersteuning met name energiegerelateerd.
- TNO: biomassa voorbewerking en bioraffinage, performance materialen op basis van renewables, elektrochemie en CO2-

[32] www.tki-bbe.nl/downloads

benutting, sustainability assessment en innovatie decision support.

- Wageningen UR-DLO: biomassaproductie (incl. aquatisch) en –beschikbaarheid (incl. reststromen), pre-treatment technologie, bioraffinage, (bio-)chemische conversietechnologie en procesontwerp, ontwikkeling van biobased chemicaliën, bioplastics en andere biomaterialen, sociaaleconomische studies en duurzaam ketenontwerp.

De drie TO2 instituten zien belangrijke synergie-mogelijkheden in het versterken/intensiveren van de onderlinge samenwerking, gericht op het vergroten van de positieve economische en maatschappelijke impact. Deze komen in belangrijke mate voort uit de noodzaak bij BBE-ontwikkelingen van een integrale (sector overschrijdende, multidisciplinaire) aanpak vanuit een waardeketenbenadering en betreffen o.a.:

- Het gezamenlijk inzetten van complementaire expertise en faciliteiten op het gebied van o.a. voorbewerking, thermochemische, katalytische en biochemische conversietechnologie en scheidingstechnologie.
- Het afstemmen van biomassateelt en -oogst op BBE processen en toepassingen
- Het samenbrengen van (industriële) netwerken vanuit verschillende sectoren (energie, chemie, materialen, agrifood, tuinbouw & uitgangsmaterialen).
- Het samenbrengen van expertise m.b.t. de rol van TO2 instituten als innovatiekatalysator en het delen van de verschillende inzichten over innovatiestrategieën.
- Samen als TO2 instituten, en samen met de Nederlandse industrie, ontwikkelen van BBE markten in het buitenland (bijv. BRICS landen) en het verder uitbouwen van internationale R&D samenwerking.
- Samen op nationaal en Europees niveau sterker agendavormend bezig zijn en nadrukkelijker gezamenlijk aanwezig zijn in het publieke debat.
- Het gezamenlijk met het HBO en WO mee ontwikkelen van BBE opleidings- en scholingsprogramma’s.

10.3 Kansen creëren voor WO, HBO en MBO

Het realiseren van een Biobased Economy vraagt om innovatieve oplossingen op allerlei gebieden. Het gaat niet alleen om het ontwikkelen van nieuwe kennis en het vertalen daarvan naar toepassingen, maar ook om het opleiden van mensen die dat allemaal waar moeten gaan maken. Het kan daarbij, gezien de maatschappelijke urgentie, niet alleen gaan om het opleiden van jonge mensen binnen het formele onderwijs, ook mensen die al actief zijn op de arbeidsmarkt moet de gelegenheid worden geboden zich de nieuwe kennis eigen te maken op een manier die bij het eigen leven

en werken past. Dat laatste vraagt, nog sterker dan het organiseren van opleidingen binnen het formele onderwijs, om flexibiliteit en opleiden op maat. Het noodzaakt tot reflectie op de manier waarop opleidingen voor die verschillende doelgroepen worden ontworpen en geïmplementeerd.
Deze wijze van denken heeft consequenties voor de manier waarop kennisoverdracht georganiseerd wordt. Omdat onderwijs een historisch gegroeide en dure infrastructurele voorziening is geldt dat op innovatie van kennisoverdracht gerichte activiteiten niet vanzelf gaan. Het streven naar systeeminnovatie binnen het onderwijs lijkt dan ook geen kansrijke route en de voor BBE gewenste vernieuwingen zouden georganiseerd moeten worde als een 'drop-in' stroom binnen de bestaande infrastructuur. Verder lijkt het tot samenwerking brengen van bestaande initiatieven een conditio sine qua non.
Het flexibel en op maat opleiden van mensen biedt kansen voor WO, HBO en MBO. Echter, ook het benutten van die kansen vraagt om innovatieve oplossingen en niet om doorgaan langs de bekende paden. Veel instellingen denken over opleidingen gericht op de BBE, maar dat gebeurt veelal vertrekkend vanuit het eigen bestaande kader en gangbare praktijken. Het wiel wordt op die manier wellicht op meerdere plaatsen tegelijk uitgevonden en dat lijkt niet zo efficiënt. Verder zal het als er sprake is van samenwerking in veel gevallen om samenwerking binnen bestaande netwerken gaan terwijl de BBE juist vraagt om nieuwe combinaties tussen chemie, agri en andere disciplines. Pre-competitief samenwerken en daar vervolgens competitief mee acteren op de opleidings- en scholingsmarkt zou wel eens zeer de moeite waard kunnen zijn.
Het lijkt verstandig de verschillende regionale biobased economy clusters in Nederland te kiezen als vertrekpunt en uit te gaan van de daar levende opleidingswensen voor wat betreft het formele onderwijs en Leven Lang Leren. Het is uiteraard niet de bedoeling dat die regio's 'territoriumgedrag' gaan vertonen, maar juist dat ze actief kennis uitwisselen en daarbij volop gebruik maken van de mogelijkheden die de moderne ICT biedt.

10.4 Open Educational Resources

Precompetitief samenwerken aan Open Educational Resourcers (OER's) lijkt in het licht van het voorgaande een voor de hand liggende optie. Het in interactie met kennisinstellingen, overheid en bedrijven ontwerpen en digitaal opslaan van bouwstenen waarmee vervolgens op flexibele manier opleidings- en scholingstrajecten op maat kunnen worden gemaakt lijkt uitermate kansrijk. Een bijkomend voordeel is dat zulke bouwstenen ook buiten de Nederlandse grenzen kunnen worden toegepast en zo kunnen bijdragen aan HCA-ontwikkelingen binnen internationale netwerken en aan de 'branding' van Nederland als koploper op het gebied van de biobased economy. In dat zelfde perspectief kan gedacht worden aan het

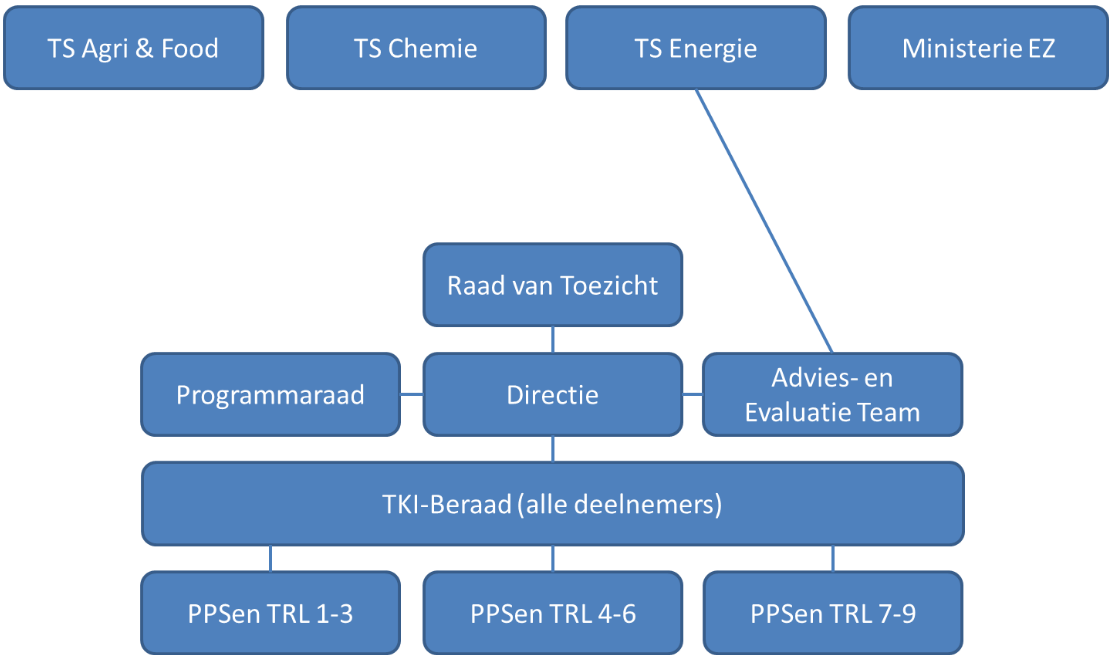
verder ontwikkelen van een aantal Massive Online Open Courses (MOOCs) zoals die van TU Delft, Wageningen Universiteit, RUL, RUG, en Avans, die laten zien waar Nederland op het gebied van BBE goed in is.
Uitwerking geschiedt via het TKI-BBE HCA actieplan binnen de topsector Energie[33], i.o.m. Chemie en Agri&Food[34].

10.5 Governance

De stichting Topconsortium voor Kennis en Innovatie BioBased Economy (TKI-BBE) bestaat uit een directie en een Raad van Toezicht (RvT). Het TKI opereert vanuit een "lean & mean" gedachte, met een minimale bezetting. Het TKI faciliteert PPSen, waarin al het werk (kennisontwikkeling en innovatie) gebeurt. TKI-BBE verwelkomt (of: financiert in een open competitieve tender-setting) PPsen ook uit andere gremia, bijvoorbeeld BE-Basic, BPM, CCC, DBC, DPI, ISPT, PCC, en Wetsus.

Het werk gebeurt in PPSen. Niet in het TKI.

Figuur 14 toont de huidige governancestructuur. De drie boegbeelden van de drie betrokken topsectoren plus de DG Bedrijfsleven en Innovatie van EZ fungeren momenteel als opdrachtgever van voorliggend plan.



Figuur 14 Governancestructuur TKI-BBE

[33] TKI-BBE HCA actieplan september 2014
[34] Onderwijs en Biobased Economy, Center for Biobased Economy, 2014

Het plaatje toont een evidente complexiteit. De brede scope van het onderzoeksprogramma en projectvoorstellen vraagt om een bredere opzet van de structuur. Voorstel:

- Integraal bestuur: nodig de drie boegbeelden uit voor de RvT (zoals nu reeds functioneert met de topsector Chemie).
- Brede inhoudelijke discussie: integreer Themacommisie 1 van Agri & Food met de programmaraad van TKI-BBE tot één nieuwe programmaraad.
- Brede onafhankelijke beoordeling voorstellen: de rankingcommissie (nu tevens de programmaraad) uitbreiden met deskundigheid uit Chemie en Agri & Food.
- Evaluatie per instrument met brede doorkijk: overweeg het Advies- en Evaluatieteam uit te breiden met bestuurlijke expertise uit Agri & Food en Chemie.

10.6 Wet- en Regelgeving

Nationale en internationale regelgeving werpen belemmeringen op die de transitie naar een biobased economy in de weg staan. De 'valley of death' voor een innovatie in de biobased economy is langer en dieper door wet en regelgeving die niet is aangepast aan innovatie en door bestaande belangen die dat graag zo laten.

Het ministerie van EZ werkt samen met het ministerie van I&M aan het oplossen van deze knelpunten in het programma 'Ruimte voor regels'. Ook wordt op verzoek van de sector chemie een analyse gemaakt van belemmeringen in de toepassing van biomassa in de chemie.

Vanuit de onderzoeksagenda is daar aan toe te voegen dat de diversiteit in het beleid in de stimulering van biobased toepassingen ook leidt tot een ongelijke stimulering in het onderzoek en innovatie:

- Het ontbreekt momenteel aan een stimulans voor demonstratie van biobased chemie en materialen terwijl die er voor energie wel is (DEI, SDE+ innovatiemiddelen).
- Er mag vanuit de Europese commissie geen subsidie worden gegeven aan innovatie en opschaling van biobrandstoffen die vallen onder de bijmengverplichting.

11 Bijlagen

11.1 Startbijeenkomsten en Top 10 ideeën

Kick-off bijeenkomst

Deze startbijeenkomst voor de onderzoeksagenda werd gehouden op 17 september in Utrecht. Tijdens deze bijeenkomst is een eerste stap gezet om tot een lange termijn agenda te komen door in de eerste plaats in te gaan op mogelijke ideeën over 'wat' bereikt moet worden, en nog niet teveel op het 'hoe'. De focus ligt op:

- Inventariseren welke wensen en ideeën er zijn ten aanzien van onderzoeksonderwerpen;
- Een begin te maken met een inventarisatie van onderzoek dat op dit moment al loopt.

De eerste contouren voor de onderzoeksagenda werden gepresenteerd door Rietje van Dam, bestuurslid van het TKI-BBE.
Vervolgens werd een kort overzicht gegeven van de status quo in de biobased economy door dagvoorzitter Kees de Gooijer, voorzitter van het TKI-BBE. Vervolgens werd een soort brainstorm gehouden (Brainwalk) om efficiënt onderzoeksideeën te verzamelen, en deze te laten beoordelen door andere deelnemers op draagvlak (positieve of negatieve beoordeling) en sterke en zwakke kanten van het idee.
De ideeën werden aan aparte tafels verzameld voor elk van de volgende categorieën: biomassaproductie, biomassaverwerking (bioraffinage), chemicaliën, materialen / producten, brandstof, elektriciteit en warmte. Er zijn in totaal 86 ideeën opgeschreven en beoordeeld. De lijst met ideeën is verder geanalyseerd en gebruikt als hulpmiddel bij het verder opstellen van de onderzoeksagenda. In bijlage 11.1 staat de top 10 van best beoordeelde ideeën.

Andere bijeenkomsten

Bij de Werkconferentie Topsector Energie in Maarssen (16 oktober) is een van de parallelsessies gewijd aan de onderzoeksagenda.
De aanwezigen werd gevraagd te helpen bepalen waar de prioriteiten moeten liggen, om tot onderzoeksagenda te komen met een geïntegreerde benadering, met aandacht voor de korte èn de langere termijn en (internationaal) samenwerken. Gediscussieerd werd onder andere over de vragen 'hoe versterken de onderdelen in de keten elkaar?', 'waar moeten de prioriteiten liggen?', en 'welke rol heeft onderwijs daarin?'.
Op deze bijeenkomst zijn de 'best practices' Photanol en BTG gepresenteerd door de ondernemers.
Tijdens de workshops kwam naar voren dat de aandacht ook moet uitgaan naar de complexiteit bij het realiseren van business casussen. Ketensamenwerking, regelgeving en financiering zijn in de biobased economy complex.
Bij de Netwerkdag Biobased Economy in Assen (20 oktober) was een workshop gewijd aan de onderzoeksagenda. TKI-bestuurslid

Rietje van Dam gaf een presentatie over de status quo in de biobased economy en uitleg over contouren van de onderzoeksagenda. Tegelijk waren toehoorders in de gelegenheid om online input te geven voor de onderzoeksagenda d.m.v. beantwoording van een tiental vragen. Met ca. 35 respondenten kwam hieruit o.a. het volgende naar voren:

- Twee derde is van mening dat chemie en materialen meer prioriteit moeten krijgen dan energie.
- Een grote meerderheid vindt dat bio-energie alleen kansen heeft als onderdeel van een bioraffinage concept of coproductie van chemie en energie.
- Een ruime meerderheid was het oneens met de stelling dat de huidige petrochemische industrie de opschaling van biobased productie gaat oppakken en BBE MKB zal overnemen.
- Men is verdeeld over de vraag of de kracht zit in de regionale clusters of in Europese consortia of nationale programma’s.
- Tweederde vindt dat zonder één integraal budget een cross-sectoraal programma een dode letter blijft.
- De vraag welke van 10 thema’s prioriteit zouden moeten krijgen voor het BBE innovatiecontract geeft ook een indruk van het veld van de respondenten, de meest genoemde onderwerpen waren bioraffinage (11x), biomaterialen (6), biochemicaliën (6) en bodemecologie (4).

Bij het TKI-BBE beraad in Den Bosch (29 oktober) was een groot deel van de bijeenkomst gewijd aan de presentatie van de TO2-onderzoeksagenda’s van respectievelijk ECN, DLO en TNO. Vervolgens kregen de aanwezigen de gelegenheid hierop te reageren. Dit leverde een uitgebreide discussie op, waarbij onder andere de volgende punten worden besproken:

- ECN wil met biomassavergassing inzetten op de productie van bulkchemicaliën in combinatie met energie (groen gas). De vraag wordt gesteld of de chemie de veel hogere prijs t.o.v. fossiele grondstoffen wil betalen. Opgemerkt wordt dat BBE nooit kan concurreren met de efficiënte olie-industrie. Bij biomassa eindigt slechts 20% van het molgewicht in de eindproducten. ECN merkt op dat zij geen onderzoek doen zonder industriële betrokkenheid, er is zeker interesse vanuit de industrie.
- Bij de presentatie van TNO worden vragen gesteld over hoe je funding kunt krijgen voor spin-outs.
- Gevraagd wordt hoe de TO2’s de onderzoeksagenda ’s met elkaar afstemmen. Er lijkt nu overlap te zijn, al wordt dat ook tegengesproken. (De TO2 zijn later gevraagd om een gezamenlijke onderzoeksagenda op te stellen in het kader van de BBE onderzoeksagenda, zie hoofdstuk 10.1)
- Er wordt opgemerkt dat TO2 keuzes met de industrie moeten maken. Voor lange termijn onderzoek is het lastig om de industrie up-front te laten meebetalen aan fundamenteel onderzoek.

- Er zijn nu vele roadmaps en visiedocumenten, terwijl betrokken partijen te weinig met elkaar afstemmen. Het TKI noemt dat de BBE onderzoeksagenda daar juist voor moet zorgen.

Tabel 13 Top tien van ideeën

Idee nr.	Categorie	Omschrijving onderzoeksidee	Gemiddelde waarde (5 = strong agreement; 1 = strong disagreement)
15	Raffinage	Efficiënt gebruik van Biomassa voor hoogste waardecreatie: *zoveel mogelijk van de bron en reststromen gebruiken *zoveel mogelijk waarde creeren *geïntegreerd netwerk/design/marktontwikkeling	4,6
77	Materialen	*Biobased materialen ontwikkelen met betere eigenschappen *Innovative blends voor high performance eigenschappen *Smart materials/self-healing/bio-afbreekbaarheid *anti-microbiële oppervlakken	4,5
5	Brandstof	Voorschakelen: bioraffinage om eiwit (food, feed) er uit te halen voordat je gaat pyrolyseren, fermenteren, katalyse	4,4
28	Productie	Nuttig gebruik reststromen uit Nederland verhogen richting 100%	4,4
41	Elektriciteit en warmte	Groene energie ook opwekken in chemische industrie (stoom/warmte) en combi's met materialen en brandstoffen	4,3
57	Chemie	CO_2 moet rechtstreeks als grondstof worden gebruikt - CCS 2.0 - welke route? Zonlicht en ledlicht is bruikbaar efficiëntie is 30x	4,2
60	Chemie	*Kies kansrijke platform chemicaliën en ontwikkel vanaf upstream de (proces)keten *lignine -> bio-aromaten *Furanen, diolen etc.	4,2
11	Brandstof	Pyrolyse doorontwikkelen richting olieverdringing (meerdere producten).	4,2
14	Bioraffinage	Zorg voor recycling van nutriënten *Bodemkwaliteit	4,2
68	Chemie	Chemicaliën maken uit zonlicht of ledlicht + CO_2 en H_2O, technologie bestaat op labschaal. Nu opschalen naar pilot = 1 ton CO_2/dag. Efficiëntie 30 x hoger dan vanuit biomassa	4,1

11.2 BBE in Topsector Agri&Food[35]

Visie en ambitie

Agri & Food focust op Biomassaproductie, teeltoptimalisatie, en bioraffinage.

De Agri&Food- en tuinbouwsector heeft de visie dat de transitie naar een biobased economy kansen biedt voor een zorgvuldig gebruik en betere benutting van natuurlijke (groene) grondstoffen (inclusief zijstromen), het ontsluiten van nieuwe afzetmarkten en creëren van mogelijkheden om de concurrentiekracht van de sector te vergroten. De ambities zijn:

- Een zo hoog mogelijke toegevoegde waarde creëren voor Agri&Food-bedrijven door het efficiënte gebruik van dierlijke en plantaardige zijstromen en groene grondstoffen, richting zo hoog mogelijke waarde van specifieke componenten en inhoudsstoffen.
- Het ontwikkelen van nieuwe en aangepaste groene grondstoffen gericht op realisatie van kansen van de Agri&Food-sector in de biobased economy.
- Ontwikkeling van kleinschalige decentrale bioraffinage-concepten voor dierlijke en plantaardige grondstoffen en zijstromen die aansluiten op een centrale, meer grootschaligere bioraffinage infrastructuur.
- Zoveel mogelijk tot waarde brengen van zijstromen uit foodindustrie en teelten. Verwaarding kan technologisch en procesmatig worden gerealiseerd. Een belangrijk aspect hierbij is het feit dat dergelijke zijstromen uit de bioraffinage processen in toenemende mate terecht komen in de dierlijke productie. Deze bevatten vaak hoge concentraties fosfaat die knellend kunnen werken voor de toekomst van de dierlijke productie. Tegelijk liggen er mooie kansen om dit fosfaat door middel van scheidingstechnologieën op te waarderen en te verwaarden in de (kunstmest)markt.
- Dierlijke mest van een product dat geld kost omzetten naar producten die in de markt gewenst zijn en geld opleveren. Dierlijke mest (en daarvan afgeleide producten) is niet alleen een waardevolle meststof voor de landbouw (eindgebruik), maar ook een potentieel waardevolle grondstof (half-fabrikaat) voor andere toepassingen in binnen- en buitenland.

Afbakening

Onder bioraffinage wordt verstaan het uiteenrafelen van groene grondstoffen of zijstromen in componenten met een zo hoog mogelijke waarde. Het gebruik van deze componenten in food, feed, chemische producten, materialen en farmaceutische producten ligt

---

[35] Bron: Innovatiecontract Agri&Food 2014 (http://www.tki-agrifood.nl/downloads/innovatiecontract/update-innovatiecontract-agrifood-2013.pdf)

buiten deze agenda van de topsector Agri&Food. Deze agenda beperkt zich tot de productie van de groene grondstoffen en raffinage hiervan én van de zijstromen die in de sector ontstaan.
Deze agenda gaat niet over het meer efficiënt gebruiken van grondstoffen in bestaande Agri&Food ketens (verliesbeperking door optimalisaties dan wel anders inrichten van ketens). Deze agenda is opgenomen in thema 2 van het TKI Agri&Food. Uiteraard levert de biobased economy wel een bijdrage aan de efficiëntie, bijvoorbeeld door waardevolle food en feed componenten uit zijstromen of nieuw groene grondstoffen (algen, wieren, insecten, etc.) te halen. Ook de duurzaamheid van bestaande ketens wordt door bioraffinage verhoogd door verlaging van de voetafdruk.

Innovatieopgave

De innovatieopgave ligt enerzijds in de ontwikkeling van technologie die nieuwe dan wel aangepaste, groene grondstoffen mogelijk maakt en decentrale bioraffinage rendabel maakt en anderzijds in het vormen van nieuwe ketens en samenwerkingsverbanden binnen de sector en tussen sectoren. De innovatieopgave strekt zich uit van fundamenteel onderzoek tot valorisatie.
Er zullen mestverwerkingsketens gevormd gaan worden met korte ketens van primair bedrijf via verwerking naar plantaardige producenten en regionale initiatieven naar grote partijen uit het bedrijfsleven als kunstmestindustrie / mengvoederbedrijven / energiebedrijven / afvalverwerkers, die enerzijds de kringlopen meer sluiten en anderzijds economische meerwaarde creëren. Om dit te realiseren ligt er aan aantal op doorbraak gerichte innovatieopgaven:

- technisch-economische oplossing voor het mestoverschot op korte termijn (uitrol beschikbare kennis; verbeteren rendement vergisters) en lange termijn (ontsluiten van grondstoffen en bioraffinage tot verwaarden van deelcomponenten).
- bij goedkeuring EU uitrol mineralenconcentraten naar drijfmestvervangers (marktgericht).

Hoofdlijn activiteiten

Tabel 14 Hoofdlijn activiteiten Thema 1 Agri & Food.

Activiteit	fundamenteel	toegepast	valorisatie
Groene grondstoffen			
Nieuwe en aangepaste grondstoffen	Veredeling en genomics voor aangepaste of nieuwe groene grondstoffen. Metabolisme van inhoudstoffen en identificatie van kansen op aangepaste grondstoffen.	Rendabele productietechnologieën. Ontwikkelen zilte landbouw en landbouw op zee tbv biobased toepassingen. Ontwerp en ontwikkeling van alternatieve eiwitproductieroutes (*voor raffinage zie technologie)*. Ontwerp en ontwikkeling van gewassen met interessante	Demo's en pilots. Ontwikkelen teelt, raffinage en toepassing in ketenbrede consortia, inclusief de afnemende industrie.

		inhoudsstoffen met goede marktpotentie. Aansluiting bij bioraffinage en toepassingsontwikkelingsactiviteiten. GMO voor chemische building blocks.	
Technologie			
Lignocellulose als grondstof	Lignocellulose-complexen. Relatie grondstof-proces-product. Cellulose- en lignine-functionaliteiten. Ontsluiting C5 en C6 suikers. Kapitaalsintensiviteit verlagen.	Voorbehandeling (drogen, verkleinen). Energie- en resource efficiënte technologieën voor ontsluiting tot cellulose, lignine, hemicellulose. Incl. hydrolyse (hemi)cellulose tot suikers. Scheidingstechnologie voor lignocellulosegrondstoffen en reststromen. Verwaarden reststromen.	Aansluiting op werkpakketten biochemie en bioenergie voor valoriatiepotentieel. Toepassing nieuwe cellulose/vezels in bestaande materialen (eg. papier, composieten). Aansluiting bij T&U. Lignocellulose bouwstenen (C5, C6 suikers en lignine) voor chemicaliën en materialen. Inbedding in Geïntegreerde bioraffinageconcepten.
Eiwitvalorisatie	Structuur-functierelaties: Nutritionele en functionele waarde van plantaardige en dierlijke eiwitten. Aminozuren als basis voor bulkchemicals. Ontwikkeling technieken milde bioraffinage.	Isolatie, fractionering en functionalisering van eiwitten uit zijstromen. Hydrolyse van eiwitten en scheiding van aminozuren t.b.v. hoogwaardige en hoogvolume toepassingen. Milde ontsluitingstechnologie. Afstemmen source en proces op toepassing (voeding, veevoer en technische toepassingen) Raffinage van aquatische biomassa (link naar werkpakket Teelt / biomassa).	Markttoepassingen voor innovatieve eiwitten en aminozuren. Eiwitten voor stikstofhoudende chemicaliën. Pilot en demo-raffinage (eg. Solanic, Algaeparc, ACRRES). Aansluiting op Eiwitversnellingsagenda. Toepassing in innovatieve veevoerconcepten Inbedding in Geïntegreerde bioraffinageconcepten.
Koolhydraatvalorisatie	Structuuranalyse. Structuur-functierelaties. Koolhydraatfunctionaliteit. Biotechnologische en chemo-enzymatische conversie (link naar WP biobased chemicals).	Ontsluitings-, voorbehandelings-, scheidings- en fractionerings-technologieën. Functionalisering d.m.v. (bio-) chemische en fysische modificaties.	Implementatie nieuwe koolhydraatfunctionaliteiten in food- en non-food productieprocessen. Koolhydraatbouwstenen voor chemicaliën en materialen (bioplastics). Aansluiting op valorisatie werkpakket biochemie Inbedding in Geïntegreerde bioraffinageconcepten.
Valorisatie oliën en vetten	Vetzuurscheiding.	Building blocks voor hoogwaardige chemicals. Aansluiting bij eiwitten (eiwit/oliegewassen).	Aansluiting op valorisatie werkpakket biochemie Inbedding in Geïntegreerde bioraffinageconcepten.
Valorisatie overige biobased componenten	Analyse inhoudsstoffen en complexen van componenten (chemische bouwstenen, biociden, kleurstoffen, pharmaceutica, etc.).	Geavanceerde 'tunable' scheidingstechnologieën, afh. van grondstof en productwensen Extractie van bio-actieve inhoudstoffen	Aansluiting op valorisatie werkpakket Teelt/biomassa. Aansluiting op valorisatie werkpakket biochemie. Inbedding in Geïnte-

	Toepasbaarheid in food en non-food producten.		greerde bioraffinageconcepten. Aansluiting op agenda Tuinbouw en Kenniscentrum Plantenstoffen
Geïntegreerde bioraffinage			
Grootschalige centrale bioraffinageconcepten	Tools voor overall biobased plant design, koppeling unit operations, etc. Procesefficiency. Ontwikkeling van nieuwe selectieve scheidingstechnologieën. Ontwikkelen raffinage- en zuiveringstechnologie. Ontwerpen kringloopconcepten binnen de sector en tussen sectoren.	Ontwikkelen en ontwerpen totaalconcept op basis van grondstofmogelijkheden, technologische concepten, en eisen vanuit eindtoepassing . Toepassen en integreren van technologische concepten. Procestechnologische afstemming unit operations. Aanpassing primaire verwerkingsprocessen. Integreren van raffinage- en zuiveringstechnologie in valorisatieconcepten, oa hergebruik proceswater. Testen efficiëntie raffinageproducten.	Techno-economische analyse van totaalconcept. Demo-faciliteiten. Bouwen van ketenbrede industriële consortia. Inpassing binnen en uitbouw vanuit bestaande agri-food en papierindustrie. Demofaciliteiten vanuit bestaande industrie (eg. Biorefinery Campus Renkum). Aansluiting bij EU PPP BRIDGE.
Lokale, decentrale kleinschalige bioraffinage	Procesontwerpen met lage kapitaalsintensiviteit. Ontwerpen valorisatieroutes. Vaststellen relatie biobased en organische stofbalans bodem. Ontwerpen kringloopconcepten binnen de sector en tussen sectoren. Kringloopsluiting mineralen dicht bij het veld.	Programmatische aanpak gewenst. Koppelen aan regionale initiatieven. Ontwerpen lokale valorisatieroutes Koppelen, afstemmen en integreren van technologische concepten en procestechnologie in specifieke valorisatieroutes. Toetsen organische stofbalans in biobased teelten en bedrijfsplannen.	Demo's en pilots op commerciële schaal (bijv. ACRRES). Bouwen ketenbrede consortia via programmatische aanpak. Valorisatie relatief natte biomassastromen, zoals gras, loof etc (eg. FBR PARC). Demonstratie bouwplannen met maximale biobased grondstoffen en behoud bodemkwaliteit. Techno-economische analyse van totaalconcept. Koppelen aan regionale initiatieven.
Sociaal-economische aspecten			
Duurzaamheid	LCA ontwikkeling van biobased valorisatieroutes.	Relatie technologie – verbetering LCA footprints.	Inbreng in certificeringsschema's.
Economische duurzaamheid		Haalbare businesscases en verdienmodellen voor de NL landbouw.	Businesscases voor NL landbouw.
Mest tot waarde			
Raffinage/Veevoerspoor	Bioraffinage van veevoedergrondstoffen teneinde te komen tot een minimalisatie van de aanvoer aan mineralen en eiwitten. Innovatieve veevoerconcepten in combinatie met bioraffinage.	Haalbaarheidsstudies op pilotschaal.	Implementatie van P reducerende voeders, uitvoering convenant .

Produceren van secundaire grondstoffen uit dierlijke mest	Ontwikkeling van kosteneffectieve technieken voor de terugwinning van de mineralen P, N, K uit verschillende dierlijke mestfracties (onbehandeld, dik en dun) al dan niet rekening houdend met de energetische waarde van beschikbare organische stof in dierlijke mest.	Verdere optimalisatie ingezette route via pilots gericht op de organische stofrijke en fosfaatrijke dikke fracties en de stikstof- en kaliumrijke dunne mestfracties ten behoeve van applicatie in de akkerbouw, export mogelijkheden en als secundaire grondstof voor de industrie mogelijk in combinatie met technieken en winning van grondstoffen en energie op rioolwaterzuiveringsinstallaties.	Organiseren van afzet op maat van mineralen en mestproducten naar akker- en tuinbouw en de industrie in samenspraak met de sector en kunstmestindustrie Aanpassen van wet- en regelgeving tbv grootschalige implementatie.

Resultaten en producten

- Valorisatieroutes in de praktijk bij Agri&Food bedrijven voor optimaal gebruik van hun zijstromen en grondstoffen
- Nieuwe en aangepaste grondstoffen (gewassen) voor hoger toegevoegde waarde en hun productietechnologie
- Alternatieve eiwitbronnen voor feed en food
- Verbetering footprint Agri&Food producten en bedrijven
- Nieuwe milde ontsluitingstechnologieën voor isolatie en modificatie van koolhydraten
- Nieuwe efficiënte scheidingsprocessen t.b.v. isolatie waardevolle producten
- Het beoogd resultaat van alle mestgerichte innovaties zijn mestverwerkingsketens (cascaderingen) die mest en andere biomassa verwerken in samenhang met de wensen van de plantaardige sectoren en zowel voor de veehouderij als plantaardige sectoren de meeste voordelen opleveren.

In de verschillende programmalijnen is in de themacommissie een prioriteringsslag gemaakt:

- Koolhydraatvalorisatie: Ontsluitings-, voorbehandelings-, scheidings- en fractioneringstechnologieën; Functionali-sering d.m.v. (bio-) chemische en fysische modificaties.
- Eiwitvalorisatie: Isolatie, fractionering en functionalisering van eiwitten uit zijstromen. Hydrolyse van eiwitten en scheiding/scheidingstechnologie van aminozuren tbv hoogwaardige en hoogvolume toepassingen, Milde ontsluitingstechnologie, Afstemmen source en proces op toepassing (voeding, veevoer en technische toepassingen); Raffinage van aquatische biomassa (link naar werkpakket Teelt / biomassa).
- Lignocellulose grondstoffen: Voorbehandeling (drogen, verkleinen), Energie- en resource efficiënte technologieën voor ontsluiting tot cellulose, lignine, hemicellulose, hydrolyse (hemi)cellulose tot C5 en C6 suikers; Scheidingstechnologie voor lignocellulosegrondstoffen en reststromen; Verwaarden reststromen.
- Geïntegreerde bioraffinage, kleinschalig, lokaal: Programmatische aanpak gewenst; Koppelen aan regionale initiatieven; Ontwerpen lokale valorisatieroutes; Koppelen, afstemmen en integreren van technologische concepten en procestechnologie in specifieke valorisatieroutes; Toetsen organische stofbalans in biobased teelten en bedrijfsplannen.

- Geïntegreerde bioraffinage, grotere schaal centraal: Ontwikkelen en ontwerpen totaalconcept op basis van grondstofmogelijkheden, technologische concepten, en eisen vanuit eindtoepassing; Toepassen en integreren van technologische concepten; Procestechnologische afstemming unit operations; Aanpassing primaire verwerkingsprocessen; Integreren van raffinage- en zuiveringstechnologie in valorisatieconcepten, o.a. hergebruik proceswater; Testen efficiëntie raffinageproducten.

Economische impact korte en langere termijn

Vergroten en verbreden van het productenpakket van de Agri&Food sector met als doel uiteindelijk verhoging van de toegevoegde waarde van de sector. Daarnaast integrale verduurzaming van het productenpalet van de Agri&Food sector (verlaging footprints).
Verhoging van de efficiëntie van het mineralengebruik en producten van mestverwerking die een rol spelen als vervanger van onbewerkte mest zullen leiden tot lagere bemestingskosten en/of hogere opbrengsten. Elk onderdeel van deze waardeketen maakt winst. Het Nederlandse bedrijfsleven is leading in de "mineralen assemblage" activiteiten en zal dit ook exporteren naar andere overschotgebieden.

Maatschappelijke relevantie

De maatschappelijke relevantie ligt in z'n algemeenheid bij het verlagen van footprints en het oplossen van het mestprobleem. Dit komt tot stand door het sluiten van kringlopen, hergebruik van rest- en zijstromen, minder transportbewegingen, minder afhankelijkheid van eiwitimport en ruwe olie en het versterken van de regionale economie.

Wetenschappelijke waarde

- Ontwikkelen raffinagetechnologie en nieuwe, aangepaste groene grondstoffen.
- Inzicht in duurzaamheid van biobased economy.
- Eiwit- en koolhydraatkennis.
- Nieuwe kennis en technologie voor veredeling van nieuwe gewassen voor nieuwe markten.

Taken en bijdrage bedrijfsleven

- Vormen van consortia van ondernemersgroepen die actief deelnemen.
- Co-innoveren op en realiseren en testen van pilotinstallaties.
- Bouwen van nieuwe ketens van bedrijven zodat het proces van grondstof naar eindproduct goed wordt geborgd.
- Bijdragen aan de communicatie en uitrol.
- Investeren.

Taken en bijdrage Kennispartijen

- Ontwikkelen van gevraagde kennis en technologie en bijdragen aan opschaling van die kennis richting implementatie en uitrol.
- Evalueren van economisch rendement, ecologische footprints en maatschappelijke wenselijkheid t.a.v. duurzaamheid.

Taken en bijdrage overheden
Actief beleid voeren op ontwikkeling van de biobased economy. Het faciliteren van de samenwerking tussen de verschillende sectoren. Tevens het faciliteren van kennisontwikkeling en van de uitrol van innovaties middels het wegnemen van belemmeringen in de wetgeving.

Cross over (inclusief partnerschappen en allianties)
De belangrijkste cross-over ligt met de cross-sectorale agenda Biobased Economy, en daarmee met topsectoren energie, chemie en water (Leven met zout). Daarnaast ligt een interne cross-over met bodem en nutriënten (resource efficiency).
Een belangrijke cross-over ligt (zoals eerder aangegeven) ook met thema 2 (resource efficiency) omdat door bioraffinage van zijstromen en nieuwe groene grondstoffen food en feed componenten beter benut worden.

11.3 BBE binnen de Topsector Chemie[36]

Zeer recentelijk heeft het NIOK in samenwerking met Ministerie van Economische zaken en VIRAN een Science & Technology Roadmap voor de Katalyse in Nederland gepubliceerd ("Catalysis – Key to a Sustainable Future"). Biomassa en Renewable Resources hebben hierin een prominente plaats gekregen. De hoofdconclusies uit dit hoofdstuk worden hieronder samengevat. Een gedetailleerd inzicht in de grondbeginselen van de verschillende vormen van katalyse, procestechnologie, agrotechnologie, en van de biomassa productie ketens is essentieel voor een economisch levensvatbare en duurzame biobased economy. Katalyse is de sleutel in die processen. De belangrijkste uitdagingen voor de katalyse binnen de biobased economy zijn:
1) selectiviteit, namelijk hoe het complexe biomassa mengsel omgezet kan worden in de verschillende doelmoleculen - hetzij zogenaamde drop-in moleculen of moleculen met een geheel nieuwe functionaliteit- in zo weinig mogelijk stappen waardoor scheidingsstappen voorkomen kunnen worden; en
2) stabiliteit, dat wil zeggen hoe een katalysator de "inhibitoren" die in de biomassa aanwezig zijn of daaruit gevormd worden kan weerstaan en hoe katalysatoren, de vaak waterige, procescondities zo lang mogelijk kunnen overleven.

Status & Uitdagingen
In de eerste Roadmap Catalysis werd biomassa genoemd als een van de mogelijke grondstoffen voor brandstoffen en chemicaliën. Er werd verklaard dat "Biomassa steeds vaker gebruikt wordt voor energieopwekking en dat vanuit fundamenteel oogpunt ook moet worden gezien als grondstof voor de productie van chemicaliën." Sindsdien is de waardering van biomassa als grondstof voor de chemie meer prominent geworden want biomassa is een hernieuw-

[36] Bron: Catalysis – Key to a sustainable future, 2015, http://www.niok.eu/en/wp-content/files/catalysis-key-to-a-sustainable-future-web1.pdf

bare grondstof en draagt in belangrijke mate bij aan duurzaamheid. Echter, alle biomassa is zeer heterogeen van aard en bevat in het algemeen meerdere fracties die te gebruiken zijn voor de productie van levensmiddelen en diervoeders, alsmede resten en bijproducten die een potentiële grondstof kunnen zijn voor materialen, chemicaliën, brandstoffen en energie. De vijf hoofdgroepen van verbindingen in de biomassa die gebruikt kunnen worden voor materialen, chemicaliën, energie en brandstof productie zijn cellulose, hemicellulose, lignine, lipiden en eiwitten. Om biomassa om te zetten in producten zijn drie verschillende hoofdroutes beschikbaar, die allemaal een katalytische component bevatten cq de syngas route, de pyrolyse route, en de lage temperatuur route. Bij de eerste twee routes wordt de biomassa aselectief afgebroken tot oftewel syngas (route 1) of bio-olie (lijn 2), waarna de verdere omzetting (grotendeels) vergelijkbaar is met de werkwijzen ontwikkelt voor fossiele grondstoffen. In de derde route blijven zoveel mogelijk de in de biomassa reeds aanwezige functionaliteiten behouden. Deze route vraagt nog veel onderzoek, ook op het gebied van katalysatoren, om de complexe biomassamengsels om te zetten in de gewenste moleculen. Maar aangezien de biomassa sterk gefunctionaliseerd is is deze route veelbelovend voor het maken van (bulk) chemicaliën en materialen. Tot nog toe is de commerciële valorisatie van biomassa voor brandstof, chemicaliën en materialen beperkt gebleven tot een paar waardeketens en brede commercialisering moet nog komen. De commerciële toepassingen waarbij Nederlandse partijen betrokken zijn, zijn beperkt gebleven tot de fermentatie naar ethanol, melkzuur en barnsteenzuur, de valorisatie van plantaardige olien, de verwaarding van zetmeel in niet-voedingstoepassingen en de modificatie en gebruik van natuurlijke vezels. Daarom is het stadium van exploratief onderzoek vaak nog niet gepasseerd en domineert het verwerven van kennis over hoe deze bronnen selectief in te zetten zijn. Vaker wel dan niet worden in het onderzoek model- of zuivere stoffen gebruikt om nieuwe katalysatoren voor de omzetting van biomassa te ontwikkelen. Dit is bijvoorbeeld het geval in Nederlandse publiek-private samenwerkingsproject CatchBio (Catalysis for Sustainable Chemicals uit biomassa). In de laatste fase van CatchBio wordt echter meer aandacht besteed aan de omzetting van reële (natuurlijke), complexe uitgangsmaterialen, een richting die nadere aandacht nodig heeft om te komen tot een economisch gebruik van biomassa. Een eerste set van platform moleculen die kan worden gemaakt vanuit biomassa, met name uit suikers, is gedefinieerd binnen CatchBio. Echter, deze set is nog beperkt en dekt een veel kleiner veld als dat nu vanuit fossiele grondstoffen wordt bediend.

Voor de producten hoger in de waardeketen, namelijk chemicaliën en materialen, creëert het gebruik van biomassa als grondstof een aantal specifieke vragen. Bulkchemicaliën worden geconfronteerd

met de opkomst van goedkoop schaliegas, wat een kans genereert voor de productie van lagere olefinen (in het bijzonder etheen), maar niet gemakkelijk "zwaardere" chemicaliën zoals C4 en hogere verbindingen en aromaten oplevert. Duurzame biomassa kan als een aantrekkelijk alternatieve grondstof dienen voor de productie van dergelijke zwaardere chemicaliën. Biomassa heeft een groot aantal gefunctionaliseerde moleculen wat voor de productie van functionele verbindingen een duidelijk voordeel heeft. De omzetting van slechts een beperkt aantal componenten uit de biomassa kan niet tegen concurrerende kosten. Bijvoorbeeld, lignocellulose (hout en houtige gewassen die voornamelijk bestaan uit de componenten cellulose en hemicellulose en lignine), is relatief goedkoop maar toch duur om producten uit te maken omdat:

1) fractionering en vergassing duur is;

2) biocrude moeilijk te valoriseren is.

Bovendien is lignine depolymerisatie moeilijk en leidt het tot een complex productmengsel. Zuiver en goed gedefinieerde suikers uit de cellulose fracties zijn nog te kostbaar om te produceren. Upgraden van deze stroom is dan ook een uitdaging, vooral omdat dit vereist dat hetzij meerdere conversie stappen (typisch voor chemokatalyse) of een moeilijke product opwerking vanuit verdunde oplossingen (typisch voor biokatalyse) moet plaatvinden. Andere nadelen zijn dat het upgraden van reactiemengsels met matige selectiviteit (chemokatalyse) of met een lage volumetrische productiviteit (biokatalyse) kostbaar is. Momenteel is de valorisatie van de lipide (olie) fractie van de biomassa een uitdaging die verband houdt met de hoge productiekosten van de producten. Momenteel is het gebruikelijk om bij de deoxygeneringsreacties het kostbare waterstof te gebruiken om de lipidefractie te upgraden. Daarom zijn de productieroutes op basis van fossiele grondstoffen concurrerender wat betekent dat nieuwe katalytische routes voor lipiden opwaardering nodig zijn om het gebruik van lipiden concurrerend te maken. Eiwitten en hun bouwstenen, de aminozuren (alleen de niet-essentiële moeten worden gebruikt voor chemicaliën) zijn potentieel geschikt voor bulk chemicaliën. Echter, kosteneffectieve isolatie en selectieve conversies staan nog in de kinderschoenen. Daarom is een geïntegreerde bioraffinage aanpak nodig om alle componenten in de biomassa op hun hoogste waarde te valoriseren. Hierbij moet niet alleen de waarde, maar ook de omvang van de markt in aanmerking worden genomen. Om deze uitdagingen te kunnen adresseren is de integratie van kennis noodzakelijk - niet alleen binnen de chemie en procestechnologie disciplines, maar ook in bredere zin. Integraal denken met betrekking tot biomassa productie, verwerking en logistiek is hierbij essentieel. Om te bepalen welke biomassa beschikbaar is en hoe deze biomassa op een zodanige wijze kan worden

toegepast dat de feed, food, chemicaliën en brandstoffen allemaal op een economische manier worden bediend is de inbreng van de agrarische (verwerkings) sector nodig. Bovendien is veel van de biomassa seizoensgebonden, wat uitdagingen geeft op het gebied van transport en opslag. Wat betreft de katalyse zijn drie belangrijke uitdagingen geïdentificeerd die opgelost moeten worden om de katalytische omzetting van biomassa als hernieuwbare grondstof mogelijk te maken:

1. het ontwikkelen van stabiele katalysatoren,
2. gaan naar meer selectieve reacties, en
3. integreren van katalyse met scheiding.

Deze problemen zijn niet ongewoon voor de katalyse, maar ze hebben een unieke invalshoek vanwege de chemische en fysische samenstelling van de hernieuwbare grondstoffen.

Kansen voor Katalyse

Het gebruik van biobased middelen introduceert nieuwe eisen aan de gebruikte katalysatoren. Voor chemische katalysatoren is stabiliteit een belangrijke kwestie, aangezien ze meestal in een vloeistof (suspensie) moeten werken, vaak in een waterige of zure omgeving en bestand moeten zijn tegen het relatief hoge asgehalte die katalysatoren kunnen vergiftigen. Bovendien is cokesvorming, waardoor katalysatorvervuiling onstaat, een issue. Wat betreft biokatalysatoren is het gebruik van hele cellen (waarin het enzym / biokatalysator complex is opgenomen) wenselijk als er naar een (één-pot) biotechnologische omgeving of in een modulaire opzet die in tandem of cascade-modus wordt gegaan. Het transport van de reactant en / of producten in en uit de cel is nog steeds een uitdaging en biedt mogelijkheden voor katalysator ontwikkeling. In de downstream processing moeten de toegepaste katalysatoren de bijproducten van de voorafgaande processen tolereren wanneer men (dure) tussenproductscheiding wil weglaten. Tenslotte bevatten de nieuwe katalysatoren bij voorkeur alleen goedkope en makkelijk verkrijgbare, niet toxische elementen. Het ontwikkelen van redox neutrale reacties is belangrijk omdat het gebruik van (dure) waterstof dan kan worden vermeden. Cascadering van meerdere conversiereacties en scheidingsstappen kan een optie zijn om economisch rendabele procesroutes te vinden. De integratie van chemokatalyse en industriële biotechnologie is een veelbelovende optie in het ontwerp van een reactie cascade, evenals de mogelijkheid om verschillende soorten middelen te combineren, dus niet alleen biomassa, maar ook fossiele grondstoffen en CO2. Specifiek voor biomassa is de keuze voor optimale schaalgrootte van de verschillende conversie stappen, bijvoorbeeld in de ontwikkeling van lokale, kleinschalige productie processen.

Nederlandse Sterktes in Biomassa & Hernieuwbare Grondstoffen

Focussen op hernieuwbare grondstoffen als een van de belangrijkste gebieden in katalyse zorgt ervoor dat Nederland zal voortbouwen op de bestaande en recent ontwikkelde expertise en industriële bedrijvigheid.

Om de drie katalytische uitdagingen in de ontwikkeling van een volwassen biobased economie aan te pakken - de stabiliteit, selectiviteit, en integratie – zijn zeven onderzoeksgebieden gedefinieerd:

- Begrijpen en beheersen van de reactiemechanismen en de katalysator functies zoals hydrogenering, en zuur / base-functies voor gebruik in water. Dit zal de ontwikkeling van stabiele en selectieve katalysatoren ondersteunen;
- Begrijpen en beheersen van de katalysator selectiviteit, zowel chemoselectiviteit als regioselectiviteit voor overgefunctionaliseerde grondstof, wat zal leiden tot minder bijproducten en derhalve tot een efficiënter proces;
- Begrijpen en beheersen van de katalysator stabiliteit om een doeltreffende werkwijze te ontwikkelen om typische problemen met inactivering, vervuiling, of vergiftiging van de katalysator te voorkomen;
- Activeren van biomassa, dwz de vaste biomassa optimaal geschikt maken voor verdere omzetting. Door een juiste activering/modificatie van de biomassa kan de downstream processing vereenvoudigt worden. Input van bijv. Plantenwetenschappen is hierbij essentieel;
- Ontwikkelen van nieuwe katalytische routes naar nieuwe moleculen met vooraf gedefinieerde eigenschappen. De nieuwe moleculen moeten nog in samenwerking met industriële partners worden omschreven;
- Integreren van de katalyse met scheidingstechnologie om de uitdagingen die te verwachten zijn door verontreinigende stoffen / heterogeniteit in de biomassa grondstof, sterke verdunning van producten en/of winning van prominente overvloedige bijproduct stromen;
- Integreren van verschillende vormen van katalyse om te komen tot een efficiëntere productvorming.
- Onderzoek in al deze richtingen zal profiteren van een integrale benadering waarin biokatalyse, homogene katalyse en heterogene katalyse worden beschouwd, samen met andere wetenschappelijke disciplines en indien voordelig geïntegreerd voor de ontwikkeling van efficiënte, goedkope omzettingen.
- De mogelijkheden voor de integratie van fossiele en hernieuwbare grondstoffen moet zodanig gekozen worden voor een geoptimaliseerde productmix dat de hoogste toegevoegde waarde gecreëerd wordt.

Deliverables in 10-20 jaar
De Topsector Chemie heeft voor Nederland de ambitie gesteld om wereldwijd toonaangevend te zijn in de groene chemie in 2050. Meer specifiek voor deze routekaart zal zijn een zeer ambitieus pakket voor 20 jaar om het volledige gebruik van industriële en agrarische reststromen als zijnde resources in de productie van chemicaliën en brandstoffen. Bij een onderscheid naar deliverables per type bron, dwz (hemi) cellulose, lignine, vetten en eiwitten, komen er vier deliverables in 10 tot 20 jaar tijd. De biomassa is complex en variabel van aard. De belangrijkste uitdaging is om deze complexe grondstof om te zetten in op maat gemaakte producten. Om op dat punt te komen moeten de volgende deliverables gehaald worden:

- nieuwe katalysatoren met verbeterde reactant selectiviteit, namelijk de katalysator converteert alleen de gewenste moleculen van de grondstoffen voor de gewenste producten. Een deel van de (nieuwe) producten moeten nog worden gedefinieerd;
- Inzicht in de factoren die de stabiliteit van katalysatoren onder relevante biomassa omzettingsomstandigheden bepalen, namelijk met betrekking tot de stabiliteit in water, te bepalen inhibitoren en cokesvorming;
- geïntegreerde systemen, namelijk de integratie van de unit operations (biomassa activering, conversie scheidingen), die het totale proces te maken robuust en kosteneffectief;
- geïntegreerde wetenschappelijke kennis door het combineren van verschillende gebieden bijvoorbeeld, plantenwetenschappen en katalyse.

11.4 BBE binnen de Topsector Energie

Visie en ambitie
De Topsector Energie zet zich in voor schone en efficiënt opgewekte energie, die Nederland economisch sterker maakt. Energie-innovaties dragen bij aan het verlagen van kosten voor het reduceren van CO2-uitstoot, het ontwikkelen van hernieuwbare energiebronnen en het slimmer benutten ervan. Energieonderzoek en -innovatie zijn de middelen waarmee Nederland overgaat naar een CO2-arme energiehuishouding.
Bedrijven, wetenschappers en de overheid werken in de Topsector Energie samen. Zij geven adviezen en ontwikkelen programmalijnen, die de economische kansen voor Nederlandse bedrijven vergroten, waardoor onze concurrentiekracht, werkgelegenheid en welvaart toenemen. De technologische en sociale innovaties geven de energiesector een leidende positie in de wereldwijde nieuwe economie. In 2013 nemen 383 publieke en private organisaties financieel deel aan de Topsector Energie, waarvan bijna de helft bestaat uit mkb-bedrijven.

De Topsector Energie wordt bestuurd door een topteam, dat bestaat uit 4 personen die respectievelijk het Ministerie van Economische Zaken, bedrijfsleven, universiteiten en het MKB vertegenwoordigen. Het topteam wordt technisch-inhoudelijk ondersteund door een Advies en Evaluatieteam (AET) en een regieteam.

Afbakening
De Topsector Energie heeft financiële middelen voor de volgende zeven TKI's[37]:

- Wind op Zee
- Gas
- Switch2smartgrids
- EnerGO
- Solar Energy
- Biobased Economy
- ISPT (duurzame procestechnologie).

Hoewel Biobased Economy en ISPT formeel onder de governance van de topsector chemie vallen, ontvangen zij het merendeel van de middelen uit de Topsector Energie, die daardoor tevens de meeste inhoudelijke sturing geeft. Het TKI Biobased Economy ontvangt middelen die uitgegeven mogen worden aan projecten binnen de programmalijnen:

- 1. Thermische conversie van biomassa
- 2. Chemisch Katalytische conversietechnologie
- 3. Biotechnologische conversietechnologie

Daarbij is als randvoorwaarde gesteld dat projecten:

- Moeten leiden tot de productie van duurzame elektriciteit, warmte of transportbrandstoffen uit biomassa, of
- Moeten leiden tot een aanzienlijke energiebesparing ten opzichte van fossiele grondstoffen

Een uitgebreidere omschrijving van de programmalijnen treft u aan in hoofdstuk 9.
De onderwerpen 'vergisting' en 'vergassing van biomassa naar SNG' zijn belegd bij het TKI Gas. Verder zijn er raakvlakken met het TKI-ISPT (fractionering van biomassa en scheiding), het TKI Switch to SmartGrids (integratie bio-energie in het net) en solar energy (programmalijn 4, solar capturing). De toepassing van groen gas als transportbrandstof is van subsidie uitgesloten. Daarnaast wordt er sinds 2013 geen subsidie meer gegeven voor de teelt en raffinage van aquatische biomassa, omdat het Topteam de toegevoegde waarde hiervan voor de Nederlandse Energiehuishouding gering acht op de korte en middellange termijn.
Elke TKI levert in oktober een jaarplan op, waarmee zij per programmalijn een budgetclaim kunnen indienen, onderbouwd met een

[37] In de loop van 2015 zal dit worden teruggebracht naar 3 TKI's, zie figuur 1.

beschrijving van de onderwerpen waarop zij de middelen willen inzetten. Het Topteam beslist over de verdeling van de budgetten.
De topsector Energie heeft middelen beschikbaar vanuit twee verschillende budgetten:
- Innovatiemiddelen SDE+. Deze zijn bedoeld voor innovatieve projecten die de toepassing van technieken binnen de SDE+ categorieën goedkoper maken. Aanvragers moeten aannemelijk maken dat de subsidie wordt terugverdiend doordat nieuwe technieken in de exploitatiefase rendabel zijn met een lagere SDE+ vergoeding per geproduceerde eenheid energie (kWh, GJ, m3 gas). Het budget voor 2015 bedraagt €50 miljoen, zonder schotten tussen de TKI's. Voor bio-energie kunnen de middelen worden ingezet op programmalijn 1 van TKI-BBE (thermische conversie) en de programmalijnen vergisting en vergassing van het TKI Gas.
- EZ-energieinnovatiemiddelen. Deze zijn bedoeld voor onderzoeks- en ontwikkelingsprojecten die leiden tot een duurzame en betrouwbare Nederlandse Energiehuishouding in de toekomst. Voor het TKI-BBE is in 2015 €2,9 miljoen beschikbaar, te verdelen over de programmalijnen 2 en 3 (chemische en biotechnologisch conversie). Voor het onderwerp groen gas zijn deze middelen niet beschikbaar.

Innovatieopgave
Het TKI-BBE zet bij de verdeling van de middelen in op vraagsturing vanuit de markt. Daarom staan de regelingen die aan de genoemde budgetten zijn gekoppeld zo breed mogelijk open voor onderwerpen die binnen de programmalijnen passen. Vanuit de topsector energie zijn voor BBE nu 40 projecten gefinancierd op onder meer de volgende onderzoeksterreinen:

Programmalijn 1 Thermische conversie van biomassa
- Demonstratieplant voor de productie van Pyrolyse-olie in Hengelo (Empyro)
- Demonstratie toepassing pyrolyse-olie in stoomketels
- Multi-fuel elektriciteitscentrale en bioraffinage Cuijk
- Procesverbetering en grootschalige toepassing torrefactie
- Goedkope reststromen als alternatief voor de inzet van hout in biomassacentrales, pyrolyse, vergassing en torrefactie
- Efficientere logistieke ketens voor biomassa
- Afgewerkte champost als duurzame energiebron
- Duurzaamheid houtketens
- Macro-economische impact van een biobased economy

Programmalijn 2 Chemisch Katalytische Conversietechnologie
- Conversie lignocellulose naar furanen, als grondstof voor transportbrandstoffen en kunststoffen

- Productie hoogwaardige chemicaliën via biomassavergassing
- Biocokes voor de chemische industrie
- Bio-aromaten en polyesters uit pyrolyseolie
- Lignineraffinage voor de productie van brandstofadditieven, materialen en energie

Programmalijn 3 Biotechnologische Conversietechnologie
- Alcoholen uit lignocellulose: verbreding grondstoffen, verbetering opbrengst, productiviteit en productwinning, verbetering micro-organismen
- Productie biopolymeren uit diverse RWZI-stromen en GFT
- Biobased productie van MCA door cyanobacteriën
- Grasraffinage voor de productie van vezelversterkte materialen
- Eiwitraffinage

Programmalijn 4 Solar Capturing
- Directe omzetting van zonlicht en CO2 naar bruikbare moleculen

11.5 Visie USA: LOOKING TO THE FUTURE[38]

The market for biobased products is growing because of the efforts of manufacturers, consumers, and government officials to promote the development and acceptance of these products as they become commercially viable. One of the main objectives of the efforts to increase the market share for biobased products is to reduce the U.S.'s dependence on foreign oil. However, the widespread use of such products also would help to rejuvenate the rural economy so that it is less dependent on government subsidies and also would help to create a self-sustaining sector that relies on domestic renewable resources.

Some of the many biobased products that are currently produced are bioplastics, biolubricants, biosolvents, bio-surfactants, and other biosynthetics. In addition, many biofuel co-products are emerging that can be produced from a variety of different sources of biomass.

Purchasing of biobased products continues to be supported through government mandates on procurement policies. However, sales of biobased products also are driven increasingly by U.S. consumers' preferences based on their growing awareness of the environmental impacts of their purchasing decisions. Surveys suggest that consumers want to buy "green," biobased products, but they continue to be more sensitive to prices than their European counterparts.

As the bioeconomy expands, challenges arise in the development of biobased products. One of these challenges is the uncertainty created by policy changes impacting current farming practices. Many companies are forging ahead with the integration of biobased products into their market and product development design strategies,

---

[38] Bron:Why Biobased? J.S. Golden & R.B. Handfield, Duke University, Center for Sustainability & Commerce, july 2014

however, confident that the challenges will be overcome, that consumers will become even more concerned with sustainability, and that the potential economic benefits are significant.

11.6 Rationale Solar Capturing

Systeem Aarde en de huidige economie

De aarde kan worden beschreven als een zogenaamd gesloten systeem, een systeem dat wel energie met zijn omgeving uitwisselt maar waarin de totale hoeveelheid materie constant is. De energie voor het systeem is afkomstig van kernreacties in de zon (zonne-energie) en in de kern van de aarde (geothermale energie). Beide bronnen bevinden zich op veilige afstand van het aardoppervlak waar het leven is gelokaliseerd.

Zonne-energie is de drijvende kracht achter al het biologisch leven op de planeet. Natuurlijke fotosynthese in planten en fotosynthetiserende micro-organismen liggen aan de basis van een complex systeem van interacties tussen levende organismen (de voedselketens) waarbij onder opname van relatief geringe hoeveelheden mineralen uit de aardkorst en veel grotere hoeveelheden koolstofdioxide en water alle verbindingen worden gevormd waaruit leven organismen bestaan. Omdat levende organismen elkaar gebruiken als bron van grondstoffen en energie[39] blijven de bio-geochemische cycli in principe gesloten: dezelfde hoeveelheden koolstofdioxide, water en mineralen die tijdens fotosynthese en biosyntheses worden opgenomen worden tijdens de cyclus weer afgegeven aan de omgeving. Biomassa is dus hernieuwbaar. Onder bepaalde geologische condities wordt de koolstof opgenomen tijdens de fotosynthese echter niet helemaal terug gevormd en onder die condities ontstaan fossiele grondstoffen, kolen, olie en gas. Ook nu worden er nog voortdurend fossiele grondstoffen gevormd, maar de snelheid van vorming is vele, vele malen kleiner dan de snelheid van verbruik in de economie.

De economie wordt bepaald door de keuzes die mensen maken tijdens productie, consumptie en distributie van schaarse goederen en diensten. Als het gevolg van de huidige wereldeconomie op een zeer gesimplificeerde manier wordt beschreven dan is de conclusie dat het totaal aan menselijke activiteiten de bio-geo-chemische cycli op de planeet en de warmtestroom van de planeet naar zijn omgeving verstoort. De mensheid zal dus moeten leren de economie op een zodanige manier te organiseren dat de natuurwetenschappelijk randvoorwaarden van planeet aarde gerespecteerd worden. Bij de opstelling van economische modellen die beleidsontwikkeling en het maken van keuzes in het publieke en het private domein ondersteunen moet niet alleen rekening gehouden worden met sociaalwetenschappelijke expertise en ethische aspecten maar ook met de natuurwetenschappelijke randvoorwaarden.

Momenteel lijkt de uit warmtebalans tussen Systeem Aarde en zijn omgeving verstoord te worden door de met het grootschalig gebruik van fossiele grondstoffen gepaard gaande uitstoot van grote hoeveelheden broeikasgassen waarvan koolstofdioxide een heel belangrijke is. Vervanging van fossiele grondstoffen door bio-grondstoffen lijkt hiervoor een goede

[39] Dit geldt strikt genomen alleen voor de zeer grote groep zogeheten heterotrofe organismen, niet voor de zogeheten autotrofe organismen die moleculen uit de anorganische omgeving en (meestal) zonne-energie gebruiken; chemosynthetische autotrofen gebruiken geen zonne-energie

remedie omdat dan tijdens de vorming van biomassa evenveel koolstofdioxide wordt opgenomen als er bij het gebruik ervan weer vrijkomt; de koolstofcyclus blijf gesloten.

Hoe zou het anders kunnen: Economie, fossiele grondstoffen, BioBased Economy en Solar Capturing

In de periode voor de Industriële Revolutie werden energie en grondstoffen verkregen uit hernieuwbare materialen van biologische oorsprong; de economie, met uitzondering van dat deel dat het gebruik van uit de aardkorst afkomstige metalen en mineralen betreft, was een biobased economy. De toenemende schaarste aan deze traditionele grondstoffen leidde tot het op grote schaal gebruiken van fossiele grondstoffen, eerst kolen en met het voortschrijden van de Industriële Revolutie ook olie en gas. Het vervangen van natuurlijke grondstoffen door fossiele grondstoffen gebeurde zo volledig dat onze geïndustrialiseerde maatschappij sterk afhankelijk is geworden van goedkope energie uit fossiele bron. Die omschakeling van hernieuwbare natuurlijk grondstoffen naar grondstoffen uit fossiele bron vond niet alleen plaats in de energiesector, ook de chemische industrie maakt een breed spectrum aan nieuwe materialen uit fossiele grondstoffen beschikbaar voor constructiedoeleinden, vezels en textiel.
Door de hierboven beschreven ontwikkelingen kregen fossiele grondstoffen een grote rol in onze economie en ofschoon fossiele grondstoffen in principe eindig zijn, zijn er voor de volgende decaden nog grote voorraden beschikbaar. Het grootste nadeel verbonden aan het grootschalig gebruik van fossiele grondstoffen is de ermee gepaard gaande uitstoot van broeikasgassen en hun bijdrage aan de wereldwijde klimaatproblematiek. Dit vraagt dringend om een transitie van fossiele grondstoffen naar minder schadelijke grondstoffen zoals grondstoffen van biologische origine. Landbouw kan zich ontwikkelen tot biomassaleverancier van voedsel voor mens en dier en biomassa voor industriëel gebruik. Een andere benadering is de productie van materialen met een koolstofskelet uit koolstofdioxide en water via de directe route aangedreven door zonne-energie of warmte of via de indirecte route aangedreven met behulp van duurzaam opgewekte elektriciteit; met andere woorden via Solar Capturing. Dit is een breed concept waaronder verschillende benaderingen passen zoals de bio-geïnspireerde route en de solar fuels route.
De bio-geïnspireerde route gebruikt kennis van de natuurlijke fotosynthese als inspiratiebron. Het kan daarbij gaan om een artifical leaf benadering, het gebruik van micro-organismen en het gebruik van planten. Het gebruik van micro-organismen en planten in combinatie met genetische en biomoleculaire kennis kan in principe leiden tot een breed spectrum aan specifieke moleculen. Bij het solar fuels concept gaat het om het synthetiseren van brandstoffen waarbij de energie die de synthese aandrijft uit duurzame bronnen komt. Bij de directe route wordt zonne-energie of warmte als input gebruikt en bij de indirecte route wordt hernieuwbare energie (wind, solar en hydro-power) als input gebruikt. Bij de synthese van brandstoffen kunnen koolstofdioxide en water worden gebruikt en dit kan bijdragen aan het sluiten van de koolstofkringloop. Bij CCU, Carbon Capture and Utilization, kan koolstofdioxide zo een grondstof worden in plaats van een kostenpost zoals bij CCS waarbij koolstofdioxide alleen wordt opgeslagen.

Solar Capturing en de drie topsectoren

Voor de nauw verweven sectoren Energie en Chemie zullen fossiele grondstoffen nog decaden lang worden gebruikt; voor de uitstoot van broeikasgassen zal een oplossing gevonden moeten worden. Verder maakt de belangrijke positie van fossiele grondstoffen deze economische sectoren gevoelig voor prijsfluctuaties en geopolitieke spanningen op de wereldmarkt.

Een BioBased Economy (BBE) is een economie waarin fossiele grondstoffen vervangen zijn door grondstoffen van biologische oorsprong.In relatie tot de Topsector Energie ligt het belang van een BBE bijdrage voornamelijk in brandstoffen voor transport en mobiliteit (over land, water en door de lucht) en in seizoensopslag van energie uit elektriciteit tijdens perioden waarin er meer elektriciteit wordt gevormd dan er wordt gebruikt. Met een toenemende hoeveelheid hernieuwbare energie (solar en wind) wordt dit opslagprobleem steeds belangrijker. En dan is er natuurlijk ook nog het feit dat er om de nationaal en in de Europese context politiek/bestuurlijk overeengekomen reductiedoelstellingen voor 2020 te halen er biomassa gebruikt zal moeten worden voor energieproductie.

Gezien de lage efficiëntie van de fotosynthese, de in Nederland beschikbare hoeveelheden biomassa en de te verwachten prijsstijgingen van biomassa op de wereldmarkt is het gebruik van biomassa voor elektriciteitsopwekking op lange termijn een dure optie. Kleinschalig gebruik van biomassa voor de productie van energiedragers en warmte, liefst in combinatie met gebruik op of in de buurt van de plaats van opwekking past wel goed in het systeemintegratiekader in de context van het transitieproces in de energie-infrastructuur.

De traditionele chemische industrie is zeer energie-intensief en bovendien gebruikt het petrochemische deel van de chemische industrie fossiele grondstoffen niet alleen voor energiedoeleinden, maar ook om producten te ontwikkelen. Daarom is voor de chemische industrie het gebruik van bio-grondstoffen om de sector te vergroenen een optie voor zowel de lange als de korte termijn. Het grensvlak tussen de sectoren chemische industrie, landbouw, en de productie van voedsel voor mens en dier wordt daarmee tot een bakermat voor innovaties op het gebied van bio-grondstoffen. Vanwege de grote biodiversiteit in moleculaire structuren in biomassa is bio-raffinage gevolgd door een gediversificeerd gebruik, en daardoor waardetoevoeging in verschillende productieketens, een aantrekkelijke optie. Solar Capturing is in zowel de sector chemie als in de sector energie een lange termijn optie, maar het TRL niveau is nog niet erg hoog.

Samenvattend: vanuit BBE perspectief zijn het vervangen van fossiele grondstoffen door biogrondstoffen en een bioprocesbenadering in grootschalige productie aantrekkelijke benaderingen voor zowel groot volume/lage prijs en klein volume /hoge prijs chemische productie. Grondstoffen van bio-oorsprong kunnen worden geleverd door grootschalige landbouw, aquacultuur en kweken met behulp van micro-organismen. Voor de productie van platformchemicaliën lijkt grootschalige landbouw een aantrekkelijke route, voor specifieke moleculen lijken productie in algen en micro-organismen wellicht aantrekkelijker.

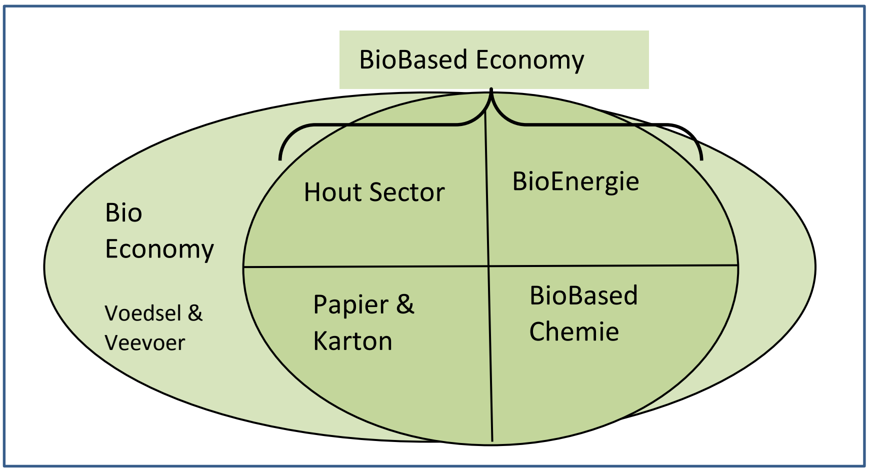
Op de langere termijn bieden (bio)moleculair ontwerpen en synthetiseren van bestaande of volledig nieuwe materialen een breed spectrum aan

economische ontwikkelingskansen. Aan de basis van zulke ontwikkelingen liggen de sterkte van Nederlandse wetenschap in de fysica, chemie, biologie, ingenieurs- en sociale wetenschappen.

11.7 Definities

Samen met de WUR en het CBS is in 2013 een Protocol Monitoring Biobased Economy[40] opgesteld, waarin de afspraken over definities en methodieken voor de bepaling van de omvang van de materiaalstromen in de biobased economy is vastgelegd[3].

- Biobased economy: De biobased economy is economische bedrijvigheid gebaseerd op biomassa met uitzondering van productie van humane voeding en veevoer. De biobased economy is gebaseerd op recent vastgelegd koolstof.
- Ketens: De BBE zoals afgebakend in deze monitor omvat de productie- en verwerkingsketens voor hernieuwbare plantaardige en dierlijke grondstoffen, die buiten de voedsel- en diervoedersector worden benut voor productie van materialen, hulpstoffen en feedstock voor de chemie en energie. Doorgaans is daarbij sprake van productieketens waar in meerdere stappen grondstoffen worden omgezet naar halffabricaten die vervolgens worden omgezet in producten. Dit betekent dat de economische activiteiten in de verwerkingssector, maar ook in de onderzoek/consultancy/adviessector rondom BBE worden uitgevoerd niet als een bijdrage aan de economische toegevoegde waarde zijn meegenomen.
- Sectoren: Voor materialen en producten worden zowel de houtverwerkende industrie als de papier- en kartonsector tot de BBE gerekend, evenals de bio-energie en als nieuwe sector de toepassing van biomassa in de chemie.



Figuur 15 De sectoren van de Biobased economy in de Bioeconomy

Het totale beeld van de ontwikkeling van de Biobased Economy wordt gerapporteerd aan de hand van programma's van RVO, projecten en pro-

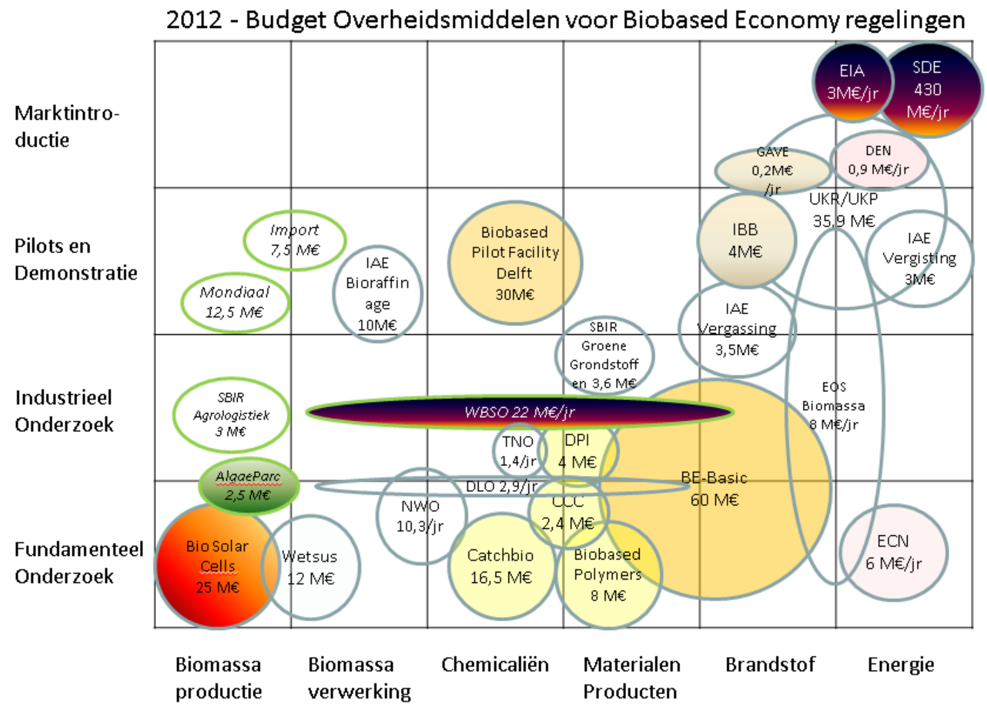
[40] https://www.rvo.nl/sites/default/files/2014/03/Protocol%20monitoring%20BBE.pdf

gramma's in de regio's en extra onderzoek van CE naar de aanpalende economische effecten van de BBE in NL.

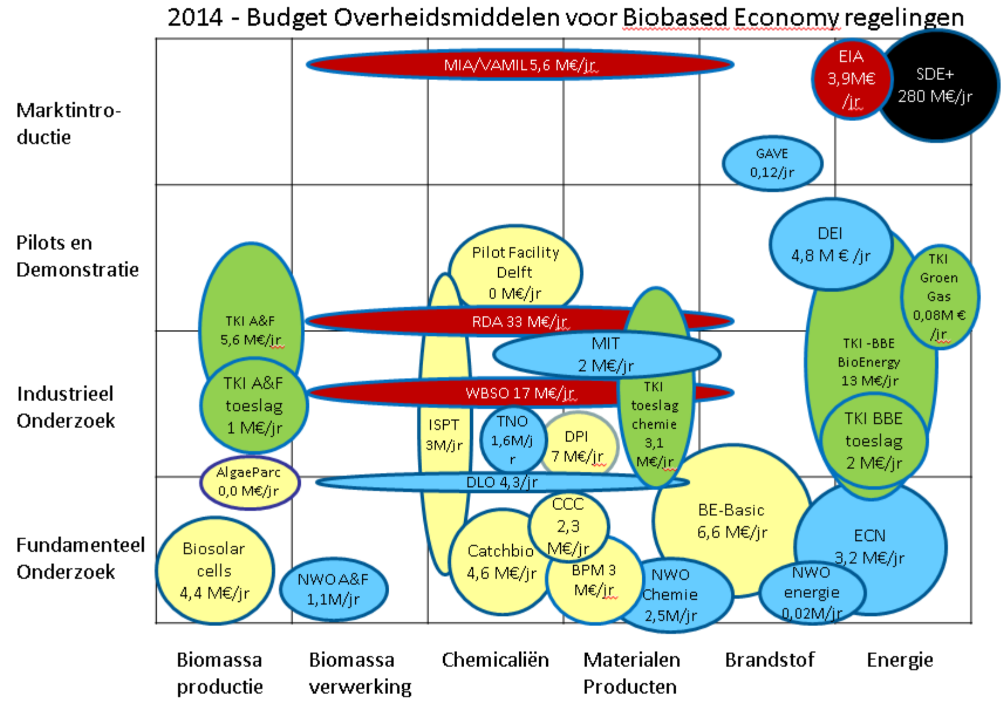
11.8 Inventarisatie Biobased Regelingen overheid

Hieronder volgt het overzicht van bestaande programma's en regelingen op het gebied van Biobased en het verloop ervan door de jaren heen. In tabel 2 (pagina 20) is de tabel te vinden met alle regelingen en de beschikbare middelen in 2014 en de verwachte beschikbare middelen in 2016.

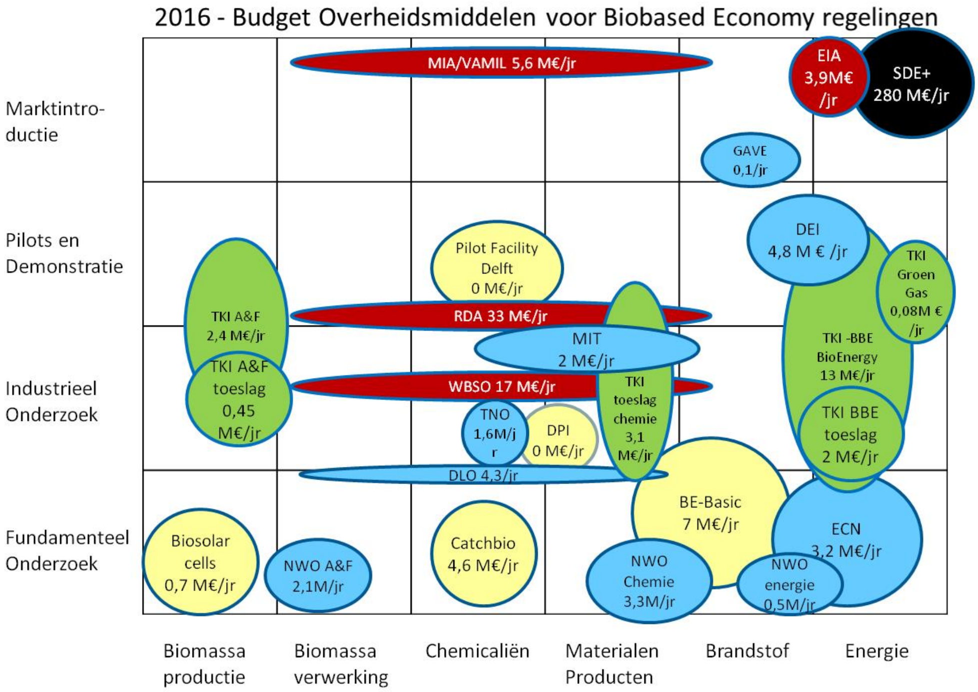
2012 Innovatiecontract Groene Groei



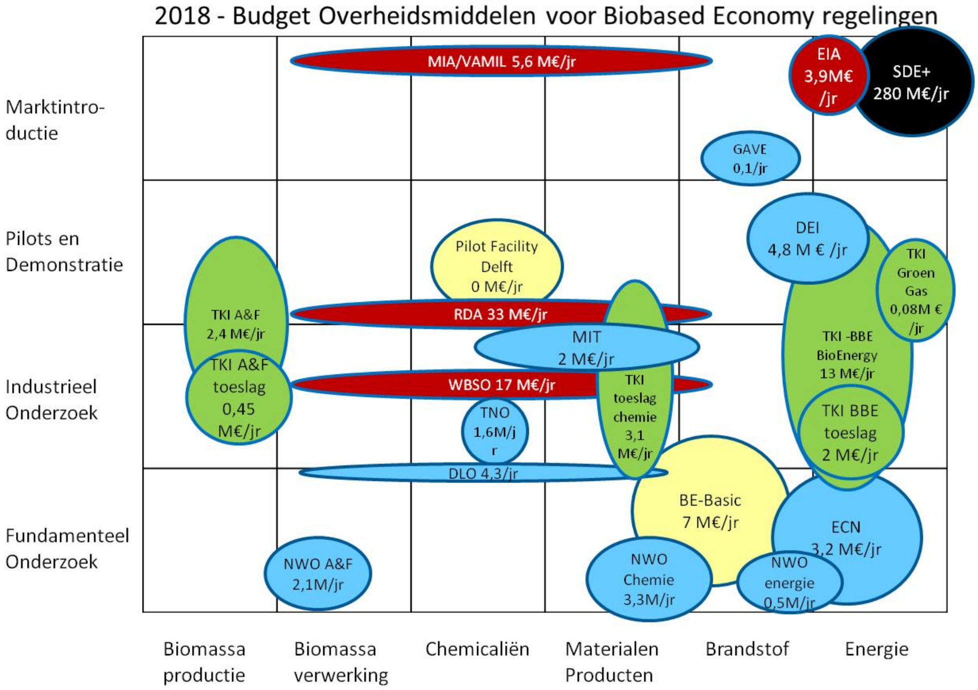
2014



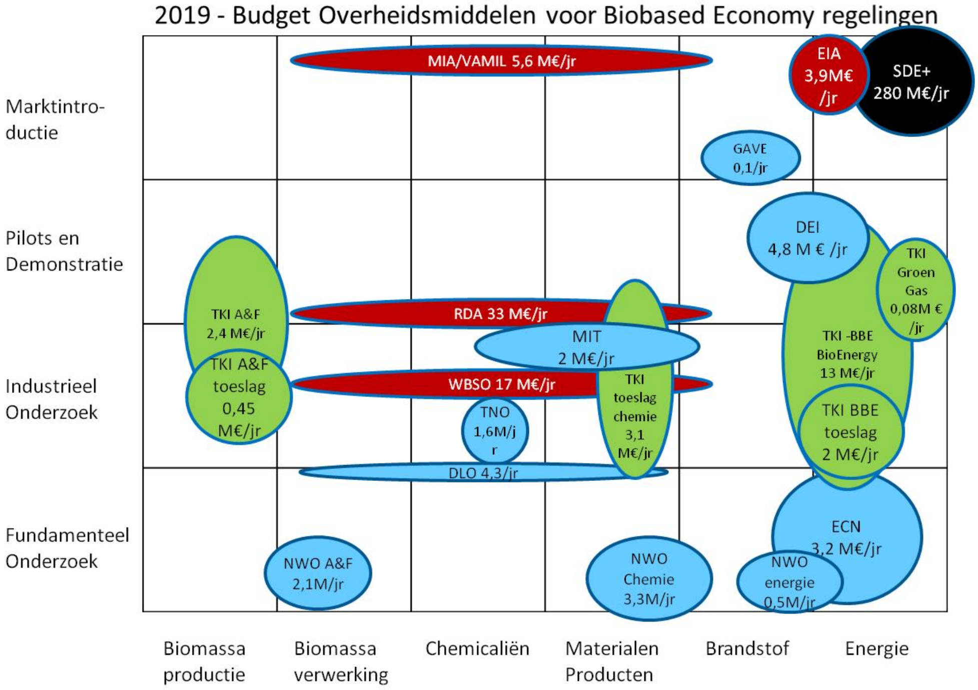
2016


2016 - Budget Overheidsmiddelen voor Biobased Economy regelingen
Marktintro-ductie
Pilots en Demonstratie
Industrieel Onderzoek
Fundamenteel Onderzoek
MIA/VAMIL 5,6 M€/jr
EIA 3,9M€ /jr
SDE+ 280 M€/jr
GAVE 0,1/jr
DEI 4,8 M € /jr
TKI Groen Gas 0,08M € /jr
TKI -BBE BioEnergy 13 M€/jr
TKI BBE toeslag 2 M€/jr
Pilot Facility Delft 0 M€/jr
RDA 33 M€/jr
MIT 2 M€/jr
WBSO 17 M€/jr
TKI toeslag chemie 3,1 M€/jr
TKI A&F 2,4 M€/jr
TKI A&F toeslag 0,45 M€/jr
TNO 1,6M/jr
DPI 0 M€/jr
DLO 4,3/jr
BE-Basic 7 M€/jr
ECN 3,2 M€/jr
Biosolar cells 0,7 M€/jr
NWO A&F 2,1M/jr
Catchbio 4,6 M€/jr
NWO Chemie 3,3M/jr
NWO energie 0,5M/jr
Biomassa productie
Biomassa verwerking
Chemicaliën
Materialen Producten
Brandstof
Energie

2018


2018 - Budget Overheidsmiddelen voor Biobased Economy regelingen
Marktintro-ductie
Pilots en Demonstratie
Industrieel Onderzoek
Fundamenteel Onderzoek
MIA/VAMIL 5,6 M€/jr
EIA 3,9M€ /jr
SDE+ 280 M€/jr
GAVE 0,1/jr
DEI 4,8 M € /jr
TKI Groen Gas 0,08M € /jr
TKI -BBE BioEnergy 13 M€/jr
TKI BBE toeslag 2 M€/jr
Pilot Facility Delft 0 M€/jr
RDA 33 M€/jr
MIT 2 M€/jr
WBSO 17 M€/jr
TKI toeslag chemie 3,1 M€/jr
TKI A&F 2,4 M€/jr
TKI A&F toeslag 0,45 M€/jr
TNO 1,6M/jr
DLO 4,3/jr
BE-Basic 7 M€/jr
ECN 3,2 M€/jr
NWO A&F 2,1M/jr
NWO Chemie 3,3M/jr
NWO energie 0,5M/jr
Biomassa productie
Biomassa verwerking
Chemicaliën
Materialen Producten
Brandstof
Energie

2019



De regeling loopt af in:

2014	**sector**
Biobased Performance Materials	chemie
Carbohydrate Competence Centre	agro
2015	
Institute for Sustainable Processtechnologie	chemie
AlgaeParc	agro
2016	
Catchbio	chemie
Dutch Polymer Institute	chemie
BioSolar Cells, Biofuels and Biomass	Agro
2017	
Evaluatie EIA	energie
2018	
2019	
Be-Basic	chemie
Pilot Plant Delft	

11.9 Interrelatiediagram

Relaties tussen Nieuwe programmalijnen, Onderwerpen en Werkpakketten uit het IC 2012 – 16 staan in onderstaande tabel.

Tabel 15 Interrelatiediagram

Nieuwe programmalijnen	**Hoofdonderwerp**	**(Sub)onderwerp**	**Link met werkpakketten innovatiecontract '12-'16**	**Relevant rapport**
		(1a, 1b, etc. verwijst naar onderverdeling in document Programmalijnen)	**• Biobased materialen** **• BioEnergy & BioChemicals** **• Geïntegreerde bioraffinage** **• Teeltoptimalisatie en biomassaproductie** **• Terugwinnen en hergebruik: water, nutriënten en bodem** **• Economie, beleid en duurzaamheid**	**(Zie literatuurlijst)**
4: Solar capturing	**4a Biosolar cells**			
		Kunstmatige fotosynthese		
		Algen (heterotroof en fototroof)		25, 32, 33, 25
		Heterogene katalyse		
		Chemische opslag elektriciteit		
		Photanol-technologie		
	4b Aquatische plantaardige bronnen		• Teeltoptimalisatie en biomassaproductie *6	12
		Zeewier		
		Eendenkroos		30
	Overige biomassaproductie		• Teeltoptimalisatie en biomassaproductie *6	26
		Oliën / vetten (zoals koolzaad, zonnebloem, palmolie, soja, etc.)		
		Koolhydraten (zoals suikerbieten)		12
		Vezelgewassen (zoals miscanthus, hennep)		
		Veredeling		
Thermische conversie biomassa	**Bio-energie**		• BioEnergy & BioChemicals *3	23
		Vergisting		42
		1a Voorbehandeling: (zie onderstaande vier onderwerpen)		
		- Pyrolyse		10
		- Torrefactie		10
		- Vergassing		42

		Andere voorbehandelings-technieken (o.a. wassen, drogen, pelleteren)		
		1b Bij- en meestook		
Chemisch katalytische conversie	**Biobased chemie**		• BioEnergy & Bio-Chemicals • Geïntegreerde bioraffinage *4	9, 16, 22, 27,37
		Drop-in		
		Zuren		20
		Aminozuren		1
		Aromaten		
		Furanen		
		2a Verwerking lignocellulose		21
	Biobrandstoffen (uit thermisch voorbehandeling)		• BioEnergy & Bio-Chemicals *3	
		2b Conversie van pyrolyse-olie naar biobrandstoffen en chemicaliën		
		2c Productie biobrandstoffen en chemicaliën uit vaste biomassa via vergassing.		10
		1e generatie biodiesel		
Biotechnologische conversie	**Bioraffinage**		• Geïntegreerde bioraffinage *4	3, 6, 9, 10, 46
		Grasraffinage		14
		Eiwitscheiding en raffinage		1,30
		Houtraffinage/lignine		26
		Verwaarding reststromen uit rioolslib (o.a. PHA, alginaat)	• Terugwinnen en hergebruik: water, nutriënten en bodem *5	47
		Vetzuren uit reststromen	• Terugwinnen en hergebruik: water, nutriënten en bodem *5	24
		Planteninhoudsstoffen farma		2
		Planteninhoudsstoffen ‘chemie’’		2
	Biobased materialen		• Biobased materialen	5, 9, 16, 22
		Drop in		
		Fermentatie PLA		17
		Biobitumen uit lignine of uit hout		17, 18
		Verf en coatings		
		smeermiddelen		
		Vezelversterkte materialen (o.a. composieten, beton)		26, 45
	Biobrandstoffen (biochemisch)		• BioEnergy & Bio-Chemicals *3	3, 11,34
		2e generatie bio-ethanol		10
		1e generatie bio-ethanol		
		Rijden op biogas		49
		Biodiesel		
		Biokerosine		
		Scheepsvaart brandstof		48

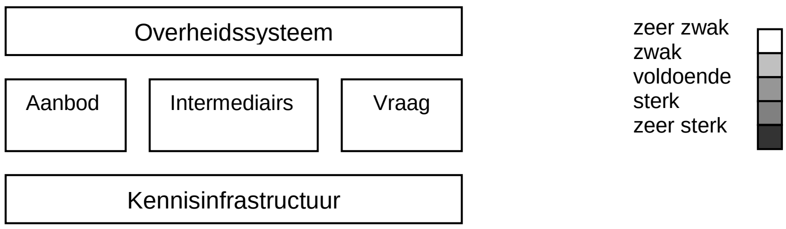
N.B. De literatuurlijst in de laatste kolom komt overeen met de nummering van de literatuurlijst van dit rapport.

11.10 Analyses innovatiesysteem

Het innovatieproces valt of staat niet alleen met het beschikbaar stellen van financiële middelen om tot de oplossing van technologische vraagstukken te komen. De omgeving, ook wel het innovatiesysteem genoemd, moet zo optimaal mogelijk ingericht worden waardoor de verschillende betrokkenen goed op elkaar afgestemd zijn. Hieronder staan de analyses voor vergassing, vergisting en biobrandstoffen. Voor andere onderwerpen ontbrak bepaalde data. Het is belangrijk dat deze data wordt geduid door experts.

Vergassing

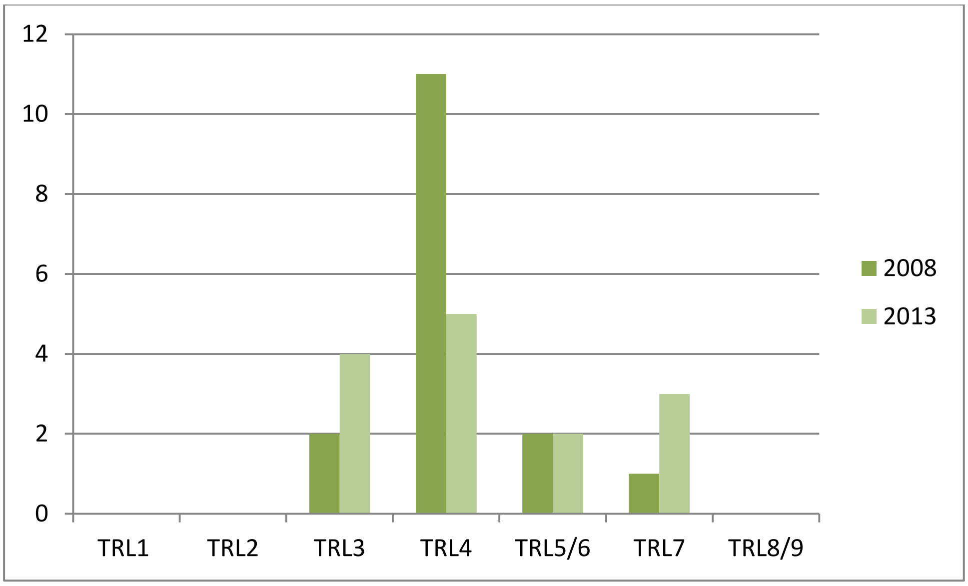
In 2013/2014 is er nog steeds geen perspectief de komende 5 jaar. De ontwikkeling is stil blijven staan. De focus op het eindproduct ligt nu meer bij synthesegas en groen gas i.p.v. energie en warmte. Er is niet veel veranderd, het thema vergassing heeft wereldwijs stilgestaan. De routekaart Hernieuwbaar gas heeft geholpen de visie kenbaar te maken op het gebeid van vergassing. Alle onderdelen van het innovatiesysteem scoren nog steeds zeer zwak. Biomassavergassing zit momenteel in TRL fase 4-6.



Figuur 16 Analyse Vergassing

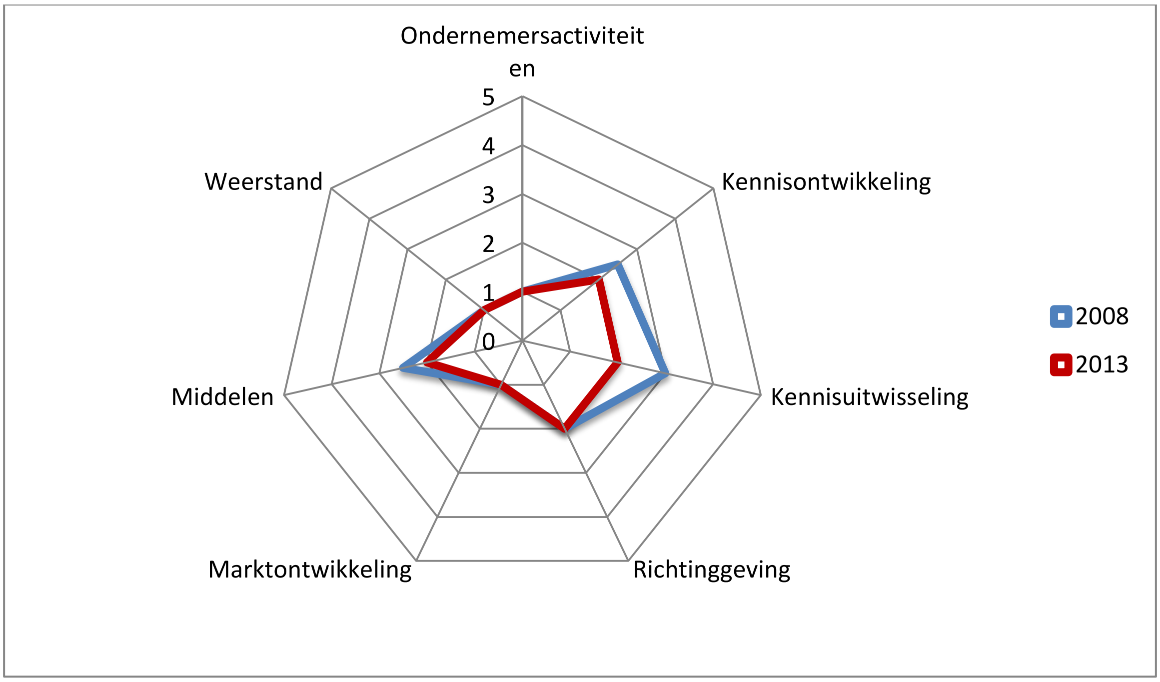
Ondernemerschap en kennis

Het kennisniveau is goed (top 5 ter wereld). Er is een kleine, maar vaste groep ondernemers. De samenwerking en kennisuitwisseling lijkt echter minder goed te verlopen door een verschil in technologische visie. Dit is terug te zien in de actorennetwerken van 2008 en 2013. BTG zoekt de internationale samenwerking op. Er werken 5 Nederlandse industriële consortia aan droge vergassing, ook in internationaal verband. Er zijn goede exportkansen. Er werken drie consortia aan superkritische vergassing, ondersteund door de Waterschappen. Voor slib- en mestverwerking is er een wereldmarkt.



Figuur 17 Innovatieproces vergassing

Er is geen ontwikkeling te zien in het innovatieproces van vergassing. Deze grafiek laat het aantal projecten per TRL fase zien in 2008 en 2013. Deze cijfers worden ondersteund door de visie van experts dat op het gebied van vergassing de ontwikkeling de afgelopen jaren is stil gevallen.

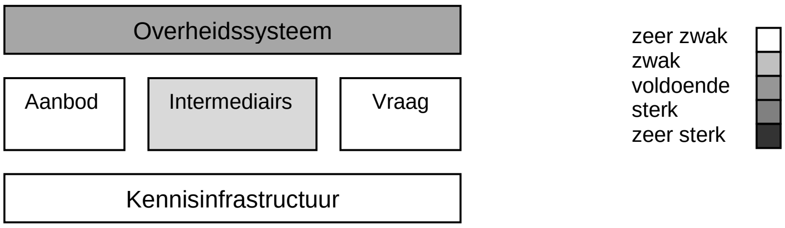


Figuur 18 Spindiagram vergassing

Experts geven aan dat de ontwikkeling op het gebied van vergassing stil staat. De waardes 1-5 staat voor de scores zeer zwak, zwak, voldoende, sterk en zeer sterk.

Conclusie
Samenvattend is er niet veel gebeurd de afgelopen 5 jaar. Dit geldt niet alleen voor Nederland, maar ook in het internationale veld. Er is een verschuiving van de focus voor het gebruik van vergassing voor warmte en elektriciteit naar de productie van synthesegas en groen gas. Momenteel hangt de techniek van vergassing in de 'valley of death' en zijn er grootschalige demo-installaties nodig om de volgende stap te zetten en praktijkervaring op te doen. Het probleem lijkt vooral op het financieringsgebied te zitten. Het risico wordt als te hoog ervaren. Het risico zou verlaagd kunnen worden door:
- Urgentie en sturing vanuit de overheid (richting geven/visie)
- Samenwerking: PPS (TKI gas)
- In het lab technische risico's verkleinen

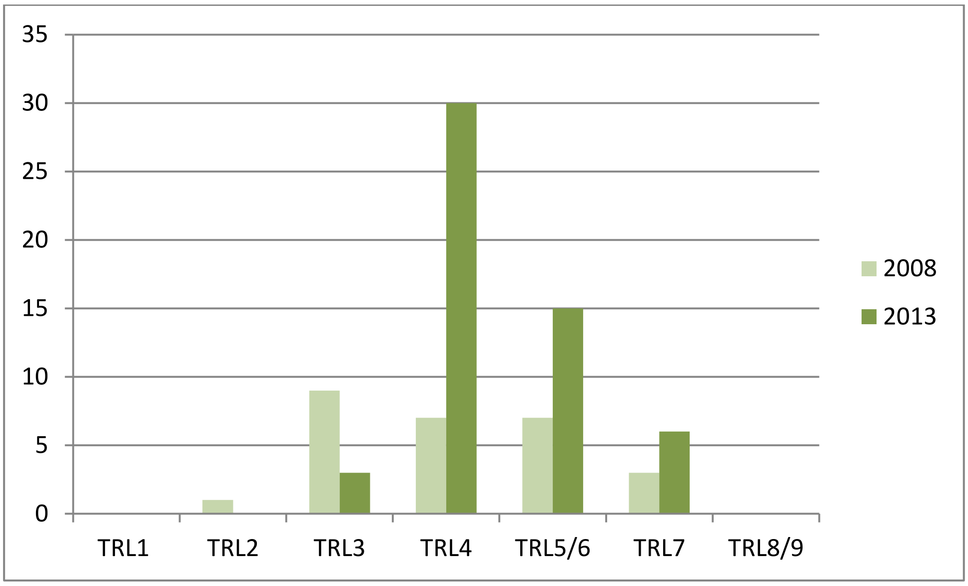
Vergisting
In 2014 ligt de economische potentie nog steeds bij Groen Gas, maar daar is ook de productie van synthesegas voor de chemie bijgekomen. Mest- en GFT vergassing bevinden zich in TRL 7, terwijl laagwaardige biomassavergisting zoals bermgras en rioolslib zich in TRL 4-5 bevinden. Op de hele lange termijn kan zeewiervergisting een rol spelen (TRL 1-3). De *markt* is nog steeds zeer zwak ontwikkeld. De *overheid* biedt meer houvast tot 2020 door de vaststelling van het SER-energie akkoord en wordt als voldoende beoordeeld. De *intermediairs,* dat zijn de netwerkbedrijven, worden beperkt door hun taakomschrijving en zijn niet in staat te participeren of te investeren. Dit belemmert de verdere ontwikkeling van een goede infrastructuur. Hun functioneren wordt beoordeeld als zwak.



Figuur 19 Analyse vergisting

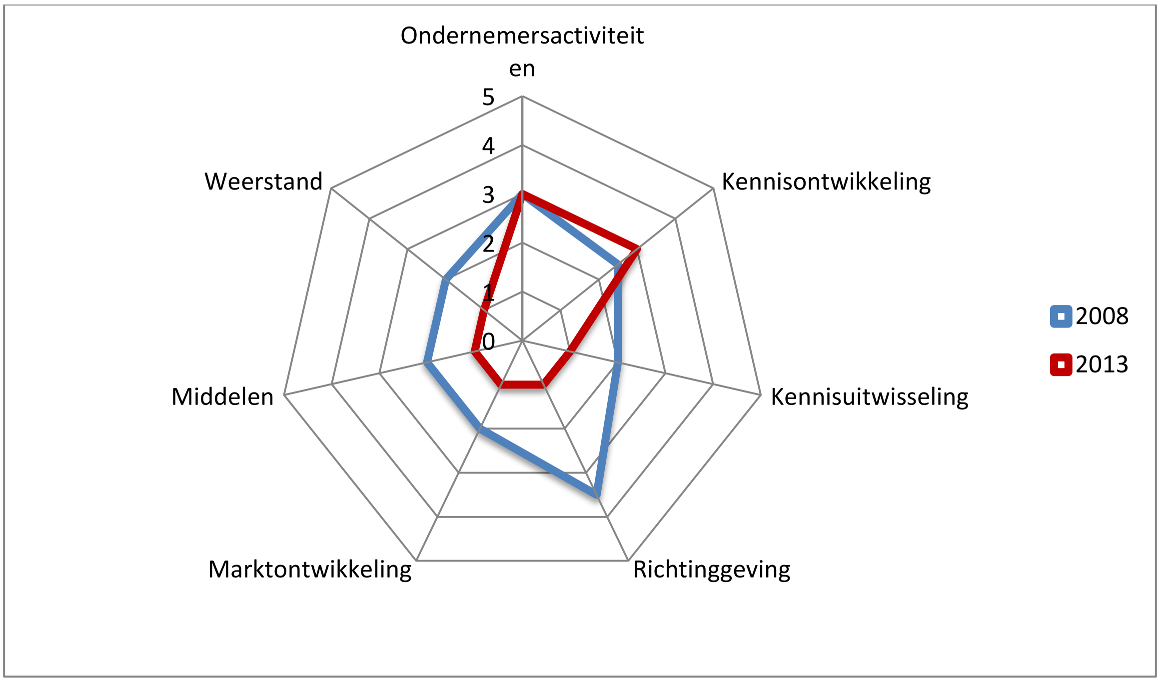
Ondernemerschap en kennis
Het aantal ondernemers is voldoende en is de afgelopen jaren ook toegenomen. De samenwerking in de keten kan nog wel sterk verbeterd worden. De sector is nog gefragmenteerd. Wetenschappelijke kennis is beschikbaar bij de WUR en deze is goed. Op het gebied van Groen Gas heeft Nederland heeft een voortrekkersrol samen met Duitsland, Zweden en Oostenrijk. In het Europese project

Green Gas Grids werden er dan ook studiereizen georganiseerd naar deze vier landen. Het kennisniveau behoort tot de top 10 van de wereld. Nederland produceert 4 TWh per jaar en is daar mee een van de grotere producerende landen na Duitsland en het Verenigd Koninkrijk. Duitsland heeft met meer dan 10.000 installaties en een veel grotere bereik dan Nederland met zijn paar honderd biogasin-stallsties. Duitsland is dan ook leading in export. Nederland heeft een sterke positie in grotere installaties (1 ton kW=1 MW) en het gebruik van laagwaardige feedstock. We lopen voorop met Groen Gas (top 3) voor brandstof voor rijden en binnenvaart.



Figuur 20 Innovatieproces vergisting

Figuur 20 laat het aantal lopende projecten per TRL niveau voor de jaren 2008 en 2013 op het gebied van vergisting zien. Het laat een groei in het aantal projecten zien en een lichte verschuiving naar de hogere TRL's.



Figuur 21 Spindiagram vergisting

Figuur 21 laat zien hoe het innovatiesysteem er voor staat voor Vergisting. De waardes 1-5 staat voor de scores zeer zwak, zwak, voldoende, sterk en zeer sterk.

Conclusie

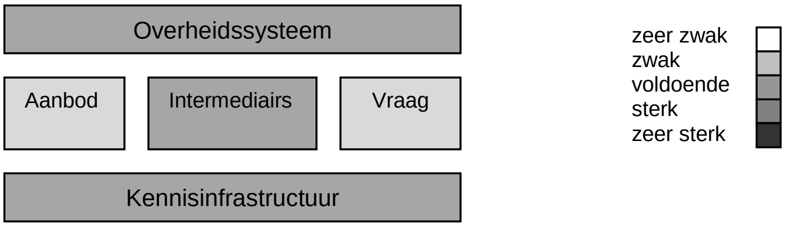
Er is nog steeds een potentie voor Nederland om koploper te zijn op het gebied van vergisting. De verwachtingen zijn echter niet meer zo hooggespannen als 5 jaar geleden. Technologische innovaties zijn nodig om de kosten te reduceren, efficiencyverbetering te realiseren, een bredere inzetbaarheid van grondstoffen mogelijk te maken en het verkrijgen van andere eindproducten dan energie.

Biobrandstoffen

De situatie is de afgelopen 5 jaar niet sterk veranderd. De markt is nog steeds niet sterk ontwikkeld en leunt op de biobrandstofverplichting en de dubbeltellingsregeling. Deze laatste regeling houdt in dat het gebruik van reststroom dubbel meetelt. Dit is echter een van de mogelijke regelingen binnen de EU en dit creëert een ongelijk speelveld. De markt van biobrandstoffen is een wereldmarkt en er wordt dus gekeken welke landen de meest gunstige voorwaarden hebben.

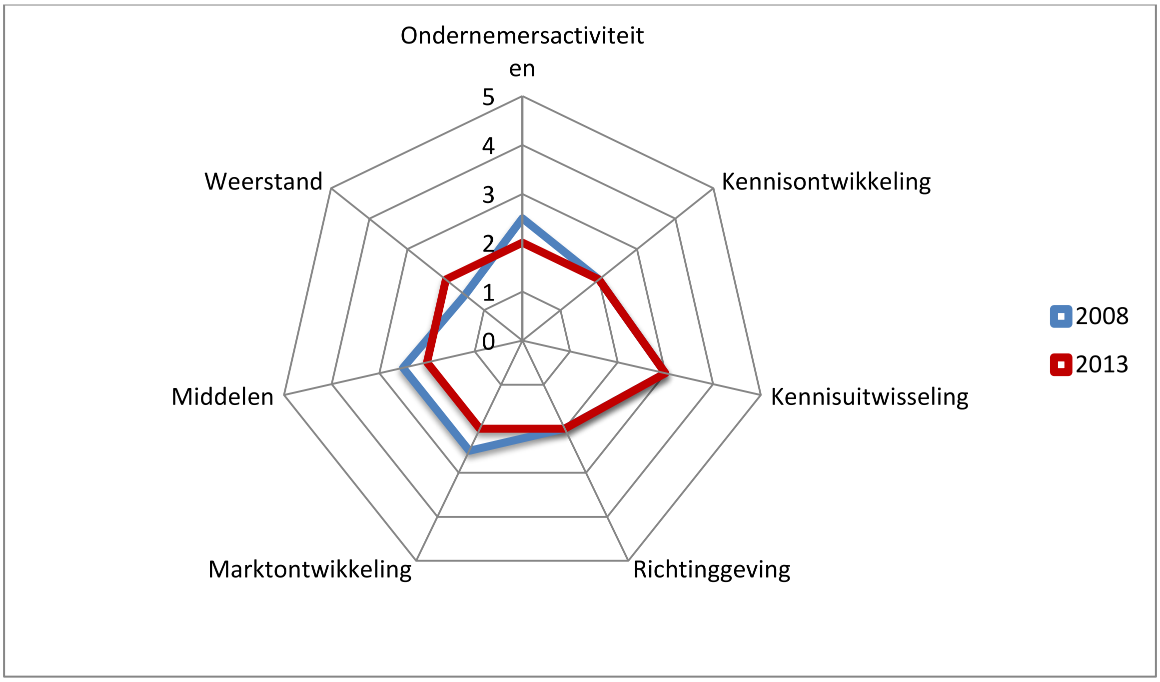
De markt wordt nog steeds gecreëerd door overheidsbeleid. Er wordt gestreefd naar een aandeel van 10% biobrandstoffen in 2020 (EU). Echter, of er daarna ook nog een nieuwe (EU) doelstelling wordt geformuleerd is nog steeds onduidelijk. Dit geeft onzekerheid bij de ondernemers. Het overheidssyteem kan dus meer richting geven en duidelijkheid scheppen naar de toekomst toe o.a. door bepaalde doelstellingen te formuleren en verschillende instrumentaria in te zetten zoals aanpassing van de accijns van biobrandstoffen.

He programma GAVE, een van de intermediairs, is van functie veranderd. Waar eerst de focus lag op ketens bij elkaar brengen zijn ze meer gegroeid naar de positie van beleidsadviseur. Dit programma blijft in ieder geval tot 2016 bestaan.
De conventionele biobrandstoffen zijn zo goed als uitontwikkeld. Bio LNG zit in TRL 7-9. De geavanceerde biobrandstoffen zitten in TRL 4-6, terwijl algen en wieren in TRL 1-3 zit.



Figuur 22 Analyse biobrandstoffen

Ondernemerschap en kennis
Er is behoorlijk wat productiecapaciteit van conventionele biobrandstoffen. Productie is in Nederland echter nauwelijks meer aantrekkelijk door concurrentie uit buitenland en overcapaciteit. Een aantal installaties zijn uit bedrijf of produceren onder hun capaciteit i.v.m. de lage marge. De installaties bevinden zich voornamelijk in de buurt van de haven of op de grens tussen Nederland en Duitsland, in de buurt van akkerbouw. De kennis is er, de technologie is uitontwikkeld.
Op het gebied van geavanceerde biobrandstroffen uit reststromen hebben we een sterke kennisbasis bij de WUR, TU-Delft, ECN en TNO. Bedrijven zijn betrokken, maar de toepassing van kennis in demo-projecten blijft achter. In het buitenland zijn er al enkele installaties voor bv. bio-ethanol uit ligno-cellulose terwijl er in Nederland nog geen stappen gezet zijn.



Figuur 23 Spindiagram biobrandstoffen

Figuur 23 laat zien hoe het innovatiesysteem er voor staat voor biobrandstoffen. De waardes 1-5 staat voor de scores zeer zwak, zwak, voldoende, sterk en zeer sterk.

Conclusie
Op het gebied van weerstand is er vordering gemaakt door de branchevereniging die is opgericht. Verder geldt dat in vergelijking met 2008 er zeer weinig veranderd is. Functies die nu niet goed tot uiting komen en belemmerend werken zijn de richting geven, financiele middelen en de marktonwikkeling. De structuur van het innovatiesysteem moet dus worden aangepast, zodat deze functies vervuld worden. Meer focus op demo-projecten is nodig om bij te blijven op de internationale markt.

11.11 Overzicht Referenties

1 WUR (2014),Biobased Economy: de Potentie van Eiwitten voor Technische Toepassingen.

2 Kenniscetrum Plantenstoffen en Gemeente Westland (2014), Haalbaarheid Bioraffinage van tuinbouwresten in Zuid-Holland tot suikers.

3 G. Jungmeier et al. (2014), The Biorefinery Complexity Index.

4 BIC (2013), Strategic Innovation and Research Agenda (SIRA).

5 WUR (2014), The biobased replacement potential of hazardous substances, RIVM ZZS-2-BIO project.

6 Biocommodity refinery (2014), BIOCORE Final publishable summary report.

7 BIO-TIC (2014), Overcoming hurdles for innovation in industrial biotechnology in Europe: Market Roadmap.

8 BIO-TIC (2014), Overcoming hurdles for innovation in industrial biotechnology in Europe: non- technological roadmap.

9 BIO-TIC (2014), Overcoming hurdles for innovation in industrial biotechnology in Europe: technological roadmap.

10 E. Virmond et al. (2014), Valorization agroindustrial solid residues and residues from biofuel production chains by thermochemical conversion : A review , citing Brazil as a case study, Brazilian Journal of Chemical Engineering.
11 IEA (2011), Technology Roadmap Biofuels for Transport.
12 Deloitte (2014), Opportunities for the fermentation-based chemical industry: An analysis of the market potential and competitiveness of North-West Europe.
13 EBPT (2010), Strategic Research Agenda 2010 Update innovation driving sustainable biofuels.
14 WUR (2014), Toepassingsmogelijkheden voor natuur en bermmaaisel.
15 Bundesministerium für Bildung und Forschung (2011), National Research Strategy BioEconomy 2030.
16 OECD (2014), Biobased Chemicals and Bioplastics: Finding the right policy balance.
17 WUR (2013), Pretreatment of lignocellulose for biotechnological production of lactic acid.
18 WUR (2011), Van biomassa tot PLA; Economische aspecten.
19 Spire Roadmap (2013).
20 Current opinion in Biotechnology (2014), Towards large scale fermentative production of succinic acid.
21 APC (2014), Overzicht initiatieven rond bio-aromaten.
22 U. S. Department of Agriculture (2014), Opportunities in the Emerging Bioeconomy.
23 IEA (2014),Technology Roadmap Bioenergy for Heat and Power.
24 Eindrapport Biosyn (2014).
25 JRC (2014), Microalgae-based products for the food and feed sector: an outlook for Europe.
26 Eindrapport BioFib (2014).
27 Biotech Highlight (2011), Perspective on opportunities in industrial biotechnology in renewable chemicals.
28 WTC (2013), Strategie voor een groene samenleving.
29 En route! In 2030 een duurzame en concurrerende industrie (2013).
30 APC/DBC (2013), Overzicht van eiwithoudende gewassen en reststromen.
31 APC/DBC (2013), Visiedocument valorisatie van eiwithoudende reststromen.
32 Biotechnology Advances (2011), Microalgal production - A close look at the economics.
33 Current opinion in Biotechnology (2013), Potential of industrial biotechnology with cyanobacteria and eukaryotic microalgae.
34 WUR (2010), Financieel-economische aspecten van Biobrandstofproductie.
35 CE Delft (2013), Clean en green in de Nederlandse economie Economische omvang en groeikansen.
36 Roland Berger (2010), Stimulering van de economische potentie van duurzame energie voor Nederland.
37 Nova Institute (2013), Market Developments of and Opportunities for biobased products and chemicals.
38 IEA (2012), Bio-based Chemicals Value Added Products from Biorefineries.
39 VNCI (2012, De sleutelrol waarmaken - Routekaart Chemie 2012-2030.
40 WUR (2012), Groene bouwstenen voor biobased plastics.
41 Commissie Corbey (2014), Visie op een duurzame bio-economie in 2030.
42 TKI GAS Portfolio Management 2014 (ppt) - 10 februari 2014.
43 Innovatiecontract TKI-Agrifood 2014.
44 (2015) Catalysis – Key to a Sustainable Future Science and Technology Roadmap for Catalysis in the Netherlands.
45 WUR (2012), Natuurlijke vezels en bioharsen in technische toepassingen.
46 Biowetenschappen en maatschappij (2013), De groene beloften Algen.

47 Stowa (2014), Verkenning naar PHA-productie uit rioolslib.
48 Ecofys (2012), Potential of biofuels for shipping.
49 SER (2014), Een duurzame brandstofvisie met LEF.
50 TKI-BBE (2011), Een punt op de horizon - Aanzet voor een intersectoraal Businessplan Biobased Economy.
51 TKI-BBE (2011), Groene Groei- Van biomassa naar business. Innovatie-contract Biobased economy 2012-2016.
52 Compendium voor de leefomgeveing.
53 SER (2010), Meer chemie tussen groen en groei - De kansen en dilemma's van een biobased economy.
54 Rathenau Instituut (2011), Naar de kern van de bio-economie: De duurzame beloftes van biomassa in perspectief.
55 European Commission (2012), Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe.
56 RVO (2014), Monitoring Biobased Economy in Nederland 2013.
57 Verslag debat Groene Groei 04-09-2014,kamerstuk 32637-153.
58 Hekkert M. en Ossebaard M. (2010) De Innovatiemotor, het versnellen van baanbrekende innovaties.

<u>Websites als bronnen</u>

De nummers tussen haakjes verwijzen naar de voetnootnummers in de voorgaande hoofdstukken.

1. http://ec.europa.eu/europe2020/index_en.htm (v5)
2. http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/policy/strategy_en.htm (v6)
3. https://biobs.jrc.ec.europa.eu (v7)
4. http://www.sahyog-europa-india.eu/inventories (v8)
5. www.era-platform.eu (v9)
6. http://bbi-europe.eu (v10)
7. http://biconsortium.eu (v11)
8. http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0052-En er-gieverbruik-per-sector.html?i=6-40 (v14)
9. www.tki-bbe.nl/downloads (v20)
10. http://www.tki-agrifood.nl/downloads/innovatiecontract/update-innovatiecontract-agrifood-2013.pdf (v23)

11.12 Inhoud van deze referenties:

	TRL	Visie	Rec's	HBH	REV.	Onderwerp
1						Eiwitten uit biomassa, WUR
2						Suikerwinning uit tuinbouwresten, Kenniscentrum plantenstoffen
3						TRLs analyses biorefinery technieken (voor biofuel), IEA
4						SIRA, Agenda van Biobased industries consurtium
5						Biobased vervangers voor schadelijke stoffen, WUR
6						Analysis industrial feasibility biorefinery concept for several products
7						Market roadmap BIO-TIC
8						Non-Technology roadmap BIO-TIC
9						Technology roadmap BIO-TIC
10						Valorisation biofuel chain residues (Brazilie als case study)
11						Biofuel roadmap IEA
12						Rapport deloitte: kansen fermentatie producten
13						Agenda European Biofuels Technology Platform 2010
14						Toepassingen natuur-en bermmaaisel WUR
15						Onderzoeksstrategie BBE Duitsland 2010
16						Biobased chemicals and bioplastics, OECD 2014
17						Lignocellulose voor melkzuur, WUR
18						PLA productie uit biomassa, WUR
19						Spire roadmap
20						Large scale production succinic acid, Current opinion in Biotechnology
21						Ontwikkelingen Bio-aromaten, APC 2014
22						Opportunities in the Emerging Bioeconomy, VS 2014
23						Bioenergy roadmap, IEA 2012
24						Productie vetzuren uit biomassa, BioSyn 2014

25						Algae basesd products, JRC
26						Projecten overzicht toepassing reststromen, BioFib 2014
27						Overzicht, toepasbaarheid en status van biobased chemicaliën
28						WTC strategie voor groene samenleving
29						Doelen/ambities en routekaarten voor verschillende sectoren
30						Initiatieven en projectenoverzicht om eiwitten en gewassen en rest-stromen te halen
31						Visie en aanbevelingen voor beleid en business cases tav eiwit valori-satie uit biomassa reststromen
32						Scenario's en economische haalbaarheid voor micro-algen productie
33						Potentie en kansen voor cyanobacteriën en micro-algen
34						Economische analyse voor verschillende biobrandstoffen
35						Groeipotentie van diverse sectoren voor Nederland
36						Groeipotentie van ontwikkelingen binnen energie voor Nederland
37						Markt potentie en kansen van biobased chemicaliën
38						Ontwikkelingsfase van biobased chemicaliën
39						Visie en strategie van VNCI voor duurzame industrie
40						Overzicht en ontwikkelingen rondom biobased buildings blocks voor polymeren
41						Conceptvisie over circulaire economie waarin fossiele grondstoffen zijn vervangen door duurzame ‘biobased’ alternatieven. Hoe komen we daar? Zijn we op de goede weg? En waar liggen kansen voor Nederland en Europa?
42						Programma van TKI gas
43						Programma van TKI Agri & Food
44						Onderzoeken die nodig zijn om via katalytische chemie biomassa efficiënt omgezet kan worden.
45						Overzicht van toepassing van biocompsieten
46						Mogelijkheden en belemmeringen voor doorbraak van algen
47						Verkenning van kennis rondom PHA uit rioolslib
48						Overzicht van biobrandstoffen en ontwikkelingen ervan voor toepas-sing in scheepsvaart
49						Visie voor biobrandstoffen

11.13 Bron van deze referenties:

1	http://edepot.wur.nl/253277
2	Nvt
3	http://www.iea-bioenergy.task42-biorefineries.com/upload_mm/6/2/f/ac61fa53-a1c0-4cbc-96f6-c9d19d668a14_BCI%20working%20document%2020140709.pdf
4	http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/other/legal/jtis/bbi-sira_en.pdf
5	https://www.wageningenur.nl/upload_mm/3/8/5/d937552b-5a09-4be1-9101-c93d21900f89_WUR-FBR%20ZZS%20report.pdf
6	http://www.biocore-europe.org/file/BIOCORE%20final%20report(1).pdf
7	Nvt
8	Nvt
9	Nvt
10	http://www.scielo.br/pdf/bjce/v30n2/v30n2a01.pdf
11	http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Biofuels_Roadmap_WEB.pdf
12	http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/nl/Documents/manufacturing/deloitte-nl-manufacturing-opportunities-for-the-fermentation-based-chemical-industry-2014.pdf
13	http://www.biofuelstp.eu/srasdd/SRA_2010_update_web.pdf
14	http://edepot.wur.nl/255767
15	http://www.bmbf.de/pub/Natinal_Research_Strategy_BioEconomy_2030.pdf
16	http://www.oecdilibrary.org/docserver/download/5jxwwfjx0djf.pdf?expires=1416999578&id=id&accname=guest&checksum=E843645FA25BBB7CBC552831E700173C
17	http://edepot.wur.nl/293952
18	http://www.groenegrondstoffen.nl/downloads/Economische%20aspecten%20PLA.pdf
19	http://www.spire2030.eu/uploads/Modules/Publications/spire-roadmap_december_2013_pbp.pdf
20	http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958166914001311#

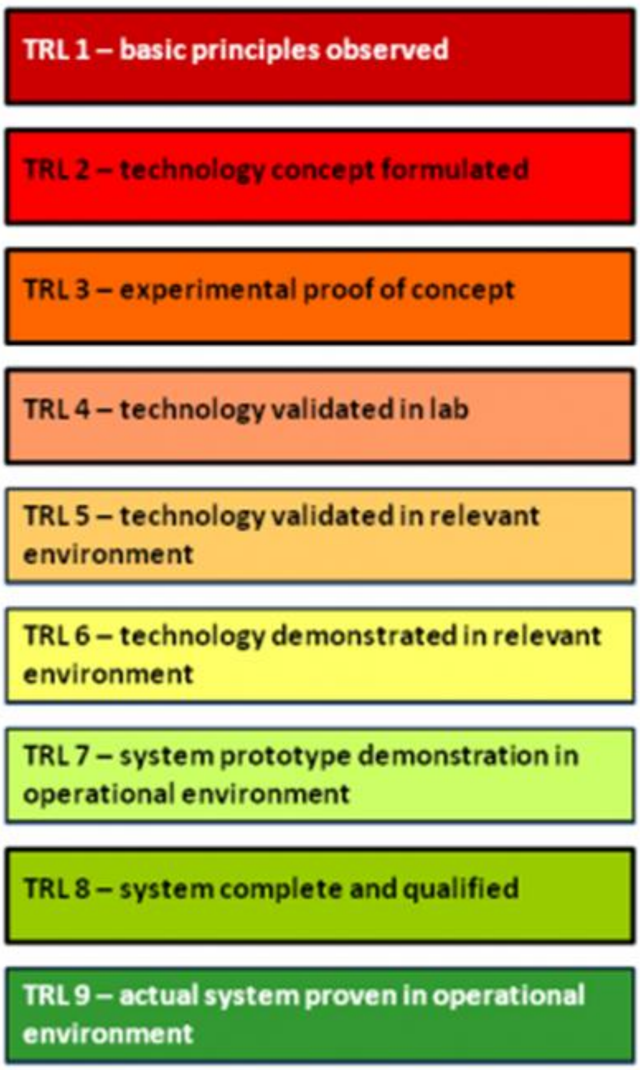
21	www.dutchbiorefinerycluster.nl/…/Update_bio-aromaten_mei_2014.pdf
22	http://www.nvc.nl/userfiles/files/USDA_WhyBiobased.pdf
23	http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/2012_Bioenergy_Roadmap_2nd_Edition_WEB.pdf
24	http://www.dutchbiorefinerycluster.nl/media/rapporten—artikelen/
25	https://biobs.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/generated/files/documents/2014%20JRC%20IPTS%20Microalgae%20produscts%20for%20food%20feed.pdf
26	http://www.dutchbiorefinerycluster.nl/media/rapporten—artikelen/
27	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3490365/pdf/biot0007-0176.pdf
28	http://wtc.biobasedeconomy.nl/Pages/Degroenechemiemoethetvooralhebbenvanmaatschappelijkeveranderingen.aspx
29	http://www.rvo.nl/sites/default/files/En%20route!%20In%202030%20een%20duurzame%20en%20concurrerende%20industrie.pdf
30	http://www.dutchbiorefinerycluster.nl/positionering/eiwitvalorisatie
31	http://www.dutchbiorefinerycluster.nl/positionering/eiwitvalorisatie
32	http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0734975010001072
33	http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958166913000852
34	http://edepot.wur.nl/202366
35	http://www.ce.nl/publicatie/clean_en_green_in_de_nederlandse_economie/1416
36	http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2010/07/21/rapport-roland-berger-stimulering-van-de-economische-potentie-van-duurzame-energie-voor-nederland.html
37	http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2014/05/28/market-developments-of-and-opportunities-for-biobased-products-and-chemicals.html
38	http://www.ieabioenergy.com/publications/bio-based-chemicals-value-added-products-from-biorefineries/
39	http://www.routekaartchemie.nl/
40	http://www.groenegrondstoffen.nl/downloads/Boekjes/16GroeneBouwstenen.pdf
41	http://www.corbey.nl/een-duurzame-bio-economie-in-2030-zijn-we-op-de-goede-weg-denk-en-discussieer-mee-op-16-januari/
42	Nvt
43	http://www.tki-agrifood.nl/downloads
44	http://www.nwo.nl/actueel/nieuws/2015/cw/rol-van-katalyse-cruciaal-op-weg-naar-duurzame-toekomst.html
45	http://www.wageningenur.nl/nl/Publicatie-details.htm?publicationId=publication-way-343236353932
46	http://www.biomaatschappij.nl/wp-content/uploads/2013/09/Algen_72dpi.pdf
47	http://stowa.nl/upload/publicatie2014/STOWA%202014%2010%20WEB%2011%20april.pdf
48	http://www.ecofys.com/files/files/ecofys_2012_potential_of_biofuels_in_shipping_02.pdf
49	http://www.tki-bbe.nl/fileadmin/user_upload/Documenten/PDF/duurzame-brandstofvisie-met-LEF.pdf
50	http://www.tki-bbe.nl/uploads/tx_downloadlink/Punt_op_de_Horizon_BBE_2011.pdf
51	http://www.tki-bbe.nl/uploads/tx_downloadlink/Innovatiecontract_Biobased_economy_2012-2016_-_december_2011.pdf
52	http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0052-Energieverbruik-per-sector.html?i=6-40
53	https://www.ser.nl/nl/publicaties/adviezen/2010-2019/2010/b29279.aspx
54	http://www.rathenau.nl/uploads/tx_tferathenau/Rapport_Biobased_Economy_Rathenau_Instituut.pdf
55	http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/official-strategy_en.pdf
56	http://www.rijksoverheid.nl/bestanden/documenten-en-publicaties/rapporten/2014/05/28/monitoring-biobased-economy-in-nederland-2013/monitoring-biobased-economy-in-nederland-2013.pdf.
57	http://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/brieven_regering/detail?id=2014Z09831&did=2014D19658
58	Nvt

11.14 Lijst van tabellen, figuren, en afkortingen

AET	Advies- en Evaluatieteam
B4B	Biobased voor bedrijven, burgers en beleid
BBE	Biobased Economy
BIC	Biobased Industries Consortium. (the private partner in the Public-Private Partnership on Biobased Industries with the EU)
BNP	Bruto Nationaal Product

BRICS	Brazil, Russia, India, China, South Africa
CCS	Carbon Capture and Storage
CCU	Carbon Capture and Utilization
CIV	Centre voor Innovatief Vakmanschap: voor betere aansluiting van beroepsonderwijs op arbeidsmarkt en bedrijfsleven (voor mbo)
CoE	Centre of Expertise: voor betere aansluiting van beroepson-derwijs op arbeidsmarkt en bedrijfsleven (voor hbo)
DDGS	Dried Distillers Grains with Solubles
DEI	Demonstratie Energie Innovatie. (regeling)
EFRO	Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling
EIA	Energie Investeringsaftrek
EnerGO	Energiebesparing Gebouwde Omgeving. (TKI)
ERANET	European Research Area NETwork
FMCG	Fast Moving Consumer Goods
FP7	7th Framework Programme for Research and Technological Development. (European Commision)
GAVE	Gasvormige en Vloeibare klimaatneutrale Energiedragers. (Programma)
HCA	Human Capital Agenda
I&M	Ministerie van Infrastructuur en Milieu
IC	Innovatiecontract
IEA	International Energy Agency
INTER-REG	Interreg Community Initiative
ISPT	Institute for Sustainable Process Technology. (TKI)
JRC	Joint Research Centre
JTI-BBI	Joint Technology Initiative for BioBased Industries
LCA	Levenscyclus Analyse
LNG	Liquefied Natural Gas
MEV	Macro Economische Verkenning
MIA	Milieu Investeringsaftrek
MOOC	Massive Online Open Course
NWO	Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek
O&O&I	Onderzoek, Ontwikkeling en Innovatie
OER	Open Educational Resourcer
omics	Achtervoegsel dat gebruikt wordt voor verschillende onder-zoeksgebieden in de biologie
P2G	Power to Gas
PL	Programmalijn
PPS	Publiek Private Samenwerking
R&D	Research & Development
R&I	Research and Innovation
R&I	Research & Innovatie
REACH	Registratie, Evaluatie en Autorisatie en beperkingen van CHemische stoffen. (Europese verordening)
ROM	Regionale Ontwikkelingsmaatschappij
RvT	Raad van Toezicht

RWZI	Rioolwaterzuiveringsinstallatie
SDE+	Stimulering Duurzame Energieproductie
SER	Sociaal-Economische Raad
SMART	Specifiek, Meetbaar, Acceptabel, Realistisch, Tijdsgebonden
SNG	Synthetic Natural Gas
SR	Success Rate
STEM	Samenwerken Topsector Energie en Maatschappij. (regeling)
STROOM	Stroomlijnen, ptimaliseren en moderniseren. (Wetgevings-agenda)
TKI	Topconsortium voor Kennis en Innovatie
TO2	Toegepaste OnderzoeksOrganisaties
TRL	Technology Readiness Level (zie figuur)
VAMIL	Willekeurige afschrijving milieu-investeringen
VANG	Van Afval Naar Grondstof
VNCI	Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie
WTC	Wetenschappelijke en Technologische Commissie



Courtesy of McKinsey

11.15 Het Team

Autar, Jaswant	Directie BBE, ministerie van EZ
Besseling, Peter	Directie BBE, ministerie van EZ
Bobeldijk, Annelies	RVO
Dam-Mieras, Rietje van	TKI-BBE
Gooijer, Kees de	TKI-BBE
Jong, Ed de	TKI-BBE, Avantium
Kwant, Kees	RVO
Schouwenberg, Peter-Paul	TKI-BBE, Essent
Smedema, Freek	RVO
Winkel, Jobert	RVO

En vele, vele anderen die input hebben geleverd!